



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
**Facultad de Ingeniería Industrial**  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular  
en empresa dedicada al rubro medio ambiental**

**TESINA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**AUTOR**

José Teobaldo CORONADO ARROYO

**ASESOR**

Víctor Genaro ROSALES URBANO

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Coronado, J. (2016). *Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



## ACTA N°013-DAcad-FII-2016

### SUSTENTACIÓN DE TESINA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Viernes 01 de Julio de 2016**, a las 17:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesina:

#### "DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA FLOTA VEHICULAR EN EMPRESA DEDICADA AL RUBRO MEDIO AMBIENTAL"

Que presenta el Bachiller:

**CORONADO ARROYO JOSE TEOBALDO**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Perfeccionamiento Profesional**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 18:30 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido Aprobado por Unanimidad con la calificación promedio 14, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 01 de julio de 2016

ING. ROJAS LAZO OSWALDO JOSÉ  
Presidente

ING. MEJÍA ELIAS CIRO JAVIER  
Miembro

ING. ROSALES URBANO VICTOR GENARO  
Asesor

**A Dios...**

**A mis padres y hermana, por estar siempre conmigo...**

**A las personas que colaboraron para dar este nuevo paso...**

# ÍNDICE

TÍTULO.....	pág. 1
DEDICATORIA.....	pág. 2
INTRODUCCIÓN.....	pág. 5
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES Y CONTEXTO.....	pág. 6
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	pág. 6
1.2. GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES.....	pág. 9
1.3. ANALISIS DEL ENTORNO.....	pág. 12
1.4. POLITICA INTEGRADA DE SEGURIDAD, SALUD, MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD.....	pág. 14
1.5. DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	pág. 21
1.6. OBJETIVOS.....	pág. 22
1.7. JUSTIFICACIÓN.....	pág. 23
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	pág. 27
2.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	pág. 27
2.2. DEFINICIONES.....	pág. 30
2.3. CLASIFICACIÓN.....	pág. 32

2.4. INDICADORES DE GESTIÓN.....	pág. 37
2.5. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DE FALLAS.....	pág. 40
2.6. MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	pág. 41
2.7. METODOLOGÍA TEÓRICA A UTILIZAR: MCC.....	pág. 43
2.8. ESQUEMA FINAL.....	pág. 54
 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y DESARROLLO.....	pág. 55
 3.1. PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.....	pág. 55
3.2. CONTROL Y MEDICIÓN DE PLAN.....	pág. 58
3.3. DESARROLLO DEL PLAN GENERAL.....	pág. 59
3.4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS.....	pág. 91
3.5. RESULTADOS.....	pág. 90
 CONCLUSIONES.....	pág. 111
 RECOMENDACIONES.....	pág. 112
 BIBLIOGRAFÍA.....	pág. 113
 ANEXOS.....	pág. 114

# INTRODUCCIÓN

Las empresas buscan brindar un servicio de calidad hacia sus clientes, la imagen que brinden como empresa es esencial para seguir fidelizando y ganando más clientes, por lo que los procesos internos deben buscar constantemente la mejora continua; teniendo clara esta premisa, el mantenimiento adopta un nivel muy importante para la optimización de los procesos productivos en una empresa.

El presente trabajo recopila conceptos, datos, formatos de registros y control que permitirán explicar lo importante de contar con un adecuado Plan de Mantenimiento y que tendrá como consecuencia poder brindar un servicio de calidad hacia los clientes, contribuyendo a la confiabilidad de los equipos, disminuyendo las paradas de los mismos, lo que permite minimizar costos y aumentar la productividad, mejorando así la calidad de sus servicios.

Lo que busca este trabajo es poder demostrar que un plan de mantenimiento para una flota de camiones, se puede implementar a partir del conocimiento del contexto en que se desarrollan estas unidades; y que partiendo de un principio teórico, es posible armar un plan estructurado con pasos simples pero eficaces si se tienen de estos un cumplimiento claro y preciso.



# **CAPÍTULO I: ANTECEDENTES Y CONTEXTO**

## **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Befesa Perú es una compañía internacional que aporta soluciones tecnológicas innovadoras en la gestión de residuos industriales, teniendo muy presente su responsabilidad para contribuir a crear un mundo sostenible.

En Befesa, la salud y la seguridad de las personas, la protección del medio ambiente y la calidad de los productos y/o servicios, integran los pilares fundamentales de la compañía

Befesa es líder en servicios medioambientales para la industria, en el reciclaje de residuos de acero y galvanización y reciclaje de residuos de aluminio, escorias salinas y SPL.

**Misión:**

Befesa centra su actividad en la prestación de servicios medioambientales a la industria desarrollando las actividades de reciclaje de residuos de aluminio, reciclaje de residuos de acero y galvanización y gestión de residuos industriales.

**Visión:**

Befesa aporta soluciones a la gestión de residuos industriales teniendo muy presente su responsabilidad social para contribuir a crear un mundo sostenible.

**Valores:**

Befesa basa su gestión en los siguientes valores:

- Liderazgo en prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.
- Excelencia en nuestras operaciones y los servicios que ofrecemos.
- Cumplimiento normativo e integridad.

Befesa Perú es una sociedad líder en el mercado nacional que brinda servicios de gestión integral de residuos industriales.

Fue creada el 26 de noviembre de 2001, a través de los grupos de negocios de Iberoamérica y Servicios Medioambientales de Abengoa, una corporación tecnológica que aplica soluciones innovadoras para el desarrollo sostenible en los sectores de infraestructuras, medio ambiente y energía, que en abril del 2013 cerró un acuerdo de exclusividad para la venta del 100% del grupo de negocio Befesa Perú al fondo de Private Equity Triton Partners (Triton).

La empresa cuenta con un depósito de disposición final (km 59.5 de la Panamericana Sur, Km 4.2 de la Quebrada Chutana en el Distrito de Chilca, Provincia de Cañete, Departamento de Lima) en condiciones de máxima seguridad que garantiza el total aislamiento de los residuos gracias al sistema de impermeabilización natural y artificial único en el país, el cual cumple con la normativa más exigente de la Unión Europea y de la EPA.

### **Líneas de actividad**

- Disposición final de residuos en relleno de seguridad.
- Acondicionamiento, recolección y transporte de residuos sólidos y líquidos.
- Tratamiento térmico (incineración).
- Gestión integral en instalaciones industriales.
- Tratamiento de aguas industriales.
- Limpieza de tanques de hidrocarburos y centrifugación de lodos.
- Consultoría ambiental.
- Acondicionamiento, recolección y transporte de residuos sólidos y líquidos

## **1.2. GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES**

### **1.2.1. Residuo industrial:**

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

### **1.2.2. Clasificación:**

Los residuos industriales se pueden clasificar de la siguiente manera:

#### **Residuo aprovechable:**

Cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo.

#### **Residuo no aprovechable:**

Todo material o sustancia que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo.

No tienen ningún valor comercial, por lo tanto requieren disposición final.

#### **Residuo orgánico biodegradable**

Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica.

#### **Residuos peligrosos:**

Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques o embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

### **1.2.3. Gestión de residuos peligrosos:**

Muchos de los procesos industriales generan una gama de residuos de naturaleza sólida, pastosa, líquida o gaseosa, con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas que pueden presentar riesgos potenciales a la salud humana y al ambiente.

La gestión o disposición final es el conjunto de procedimientos para gestionar el manejo de residuos que están clasificados internacionalmente o localmente como potencialmente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente.

La gestión de residuos peligrosos establece como prioridad la prevención, la reducción en la generación, el aprovechamiento y el correcto tratamiento y/o disposición final.

El manejo de los residuos peligrosos incluye los procesos de minimización, reciclaje, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición.

En el Anexo 1, se explicará a detalle la gestión de residuos industriales.

#### **1.2.4. Clasificación de residuos peligrosos:**

Se puede enumerar 7 principales criterios con lo que se puede determinar el nivel de peligrosidad, según Soto V. Federico - Clasificación e identificación de residuos (2006):

- Residuo tóxico: es aquel residuo que puede causar daño a la salud humana y al ambiente.
- Residuo crónico: su efecto pernicioso en la salud humana y medio ambiental es de carácter permanente.
- Residuo inflamable: es un residuo que puede generar incendios o siniestros.
- Residuo corrosivo: es un residuo cuyo contacto físico causa quemaduras o erosiones y que puede dañar gravemente el medio ambiente.
- Residuo reactivo: es un residuo cuya característica química lo hace inestable ante variaciones de su entorno.
- Residuo radioactivo: es una clase especial de residuos producto de plantas de generación nuclear, aparatos usados en hospitales, o de medición específicos, que usan radioisótopos o bien producto de un proceso de fabricación de armas nucleares o centrales nucleares.
- Residuo infeccioso: residuo que contiene agentes patógenos como bacterias, parásitos, virus, rickettsias y hongos, con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales

## 1.3. Análisis del entorno

Se procederá a realizar un análisis breve del entorno en que se desarrolla la empresa así como de la actividad que desarrolla.

### 1.3.1 Análisis Externo

Se procederá a realizar un breve análisis externo en que se desarrolla la actividad de la empresa y que impacta sobre el desarrollo del presente estudio.

#### Matriz PESTA

Matriz que identifica los factores del entorno general que afecta a la empresa

POLÍTICO	ECONÓMICO	SOCIAL	TECNOLÓGICO	AMBIENTAL
Inestabilidad o "ruido" político por periodo electoral.	Estabilidad económica aunque sin reactivación ni incremento económico.	Riesgo de incremento de la conflictividad social.	Cambios permanentes en las tecnologías de la información y la comunicación.	Deterioro y uso irracional de los recursos naturales.
Partidos y movimientos políticos con propuestas que plantean cambios al actual modelo económico.	Reducción de los flujos de inversión extranjera y nacional.	Incremento de las tasas de desempleo que afecta sobre todo a los jóvenes.	Escasa inversión pública en la promoción de nuevas tecnologías para promover el desarrollo tecnológico.	Flexibilizan la legislación ambiental para promover la inversión privada.
Incremento de denuncias por casos de corrupción en la gestión pública y privada.	Actividades económicas afectadas y en riesgo por presencia del Fenómeno del Niño y cambios climáticos.	Riesgo creciente por inseguridad ciudadana.	Incremento de sistemas tecnológicos de video vigilancia.	Incremento de lluvias torrenciales que afectan la infraestructura vial y productiva.
Gestión de gobierno con altos índices de desaprobación ciudadana.	Altas tasas de interés que aplica el sistema bancario y financiero.	Medios de comunicación social concentrados que implican riesgo a libertad de prensa.	Incremento de la automatización que impactan en la reducción de puestos de empleo de la población.	Presencia de fenómenos climáticos anómalos que afectan las actividades económicas en zonas altas.
Instituciones públicas con alto nivel de descrédito (Congreso, Poder Judicial, PNP).	Reducción del mercado interno y de la capacidad adquisitiva de la población.			Incremento de la conciencia ambiental en sectores importantes de la población y sistemas de disposición de residuos industriales.

### 1.3.2. Análisis interno

Teniendo en cuenta los factores que engloba el desarrollo de la empresa, se precederá a realizar un análisis FODA aplicado en el punto de partido de estudio, es decir al momento del inicio del desarrollo del nuevo plan general de mantenimiento.

		AMENAZA	DEBILIDAD
		Exigentes procesos de licitaciones (Área Comercial)	Poca información de gestiones pasadas
		Auditorías del corporativo de manera anual (SIG)	Poco compromiso del personal del área de operaciones
		Exigentes normas ambientales	Falta de procedimientos operativos de trabajos
		Renovación de pólizas de seguro más estrictos	Modalidad de pago a proveedores
		Alza de precio de repuestos	Poco control de inventarios
			Taller alejado de la ciudad
<b>FORTALEZA</b>	Capacidad de gestión	Realizar una adecuada gestión desde permitirá tener el soporte necesario para los distintos requerimientos de las diferentes áreas.	Se derivará el control área logística y ya no operaciones. Capacidad para armar un plan de mantenimiento desde cer Diseño de procedimientos para lograr el compromiso tanto del personal mecánico como operativo.
	Personal del área con comprometida		
	Buena gestión del área logística de la empresa		
	Contactos comerciales con talleres y proveedores		
	Compra de camionetas para el área		
<b>OPORTUNIDAD</b>	Presupuesto establecido para mantenimiento	Lograr beneficios en compra de repuestos con acuerdo con proveedores concesionarias de las marcas de las unidades. Optimización del presupuesto anual.	Reingeniería del área de mantenimiento. Aprovechamiento de los contactos comerciales de talleres para generar acuerdos de pago.
	Oportunidad de inversión en unidades		
	Acuerdo con proveedores		
	Reingeniería del área de mantenimiento		



## **1.4. Política Integrada de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad**

En Befesa la seguridad, salud, medio ambiente y calidad son parte integral de nuestro modo de entender el negocio.

Como empresa se está comprometido con la mejora continua en el desempeño de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, convencidos de que es el único camino a la excelencia operativa.

Se tiene como objetivo lograr que Befesa Peru sea y se mantenga como una compañía referente mundial en Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad.

### **Principios**

- La Dirección de la compañía y toda la línea de mando lidera con el ejemplo, está comprometida y asume la responsabilidad final en Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad.
- Nuestra convicción es que todos los accidentes pueden y deben ser prevenidos y, por ese motivo, aspiramos a CERO accidentes de nuestra gente, tanto empleados directos como indirectos.
- No anteponemos nunca la producción o el beneficio económico a la Seguridad y Salud de las personas.
- Los accidentes e incidentes deben ser notificados e investigados con prontitud como base para la mejora continua.

- Es necesario entrenar a conciencia a todos los empleados para trabajar de forma segura.
- La involucración e implicación de todas las personas, fomentando el diálogo y participación son esenciales.
- Todas las condiciones de proceso pueden y deben ser controladas.
- La seguridad es una condición de carrera y de empleo.
- Tenemos una constructiva tolerancia CERO con los actos inseguros.
- Se deben realizar auditorías, inspecciones y observaciones con la participación de los empleados.
- Aseguramos el cumplimiento de los requisitos legales y las mejores prácticas industriales.
- Desarrollamos, revisamos y mantenemos un Sistema integrado de Seguridad, Salud, Medio Ambiente, Calidad y gestión energética de acuerdo con normas y estándares internacionales reconocidos.

#### **1.4.1 Medioambiente**

Befesa Perú mantiene una preocupación constante por el medioambiente. Por ello, identifica y controla los impactos derivados de su actividad minimizando su incidencia sobre el entorno, mediante tecnologías que permiten prevenir, mitigar o corregirlos.

Para alcanzar el éxito en todos sus objetivos ambientales y en su compromiso con la sostenibilidad, es necesario que todos los miembros de la organización conozcan el impacto que tiene sobre el medioambiente las actividades que realizan, y que hayan recibido con aprovechamiento la formación adecuada.

Toda la formación en gestión de aspectos ambientales se integra dentro del proceso general de formación del grupo. Cada sociedad tiene un plan de formación anual que conlleva una sistemática evaluación de su eficacia.

Befesa establece como objetivo estratégico la implantación de sistemas de gestión ambiental acordes con los requisitos de la norma ISO 14001 y el Reglamento de Ecogestión Europeo EMAS, que facilitan un control continuo de los posibles impactos de su actividad sobre el medioambiente.

Se establecen objetivos concretos de reducción de los impactos ambientales negativos que puedan tener los productos y servicios de cada sociedad. Estos objetivos incluyen la reducción en el consumo de recursos naturales y en la generación de residuos y emisiones.

Los sistemas de gestión ambientales implantados en Befesa son muy exigentes en lo relacionado con el seguimiento y la medición de los impactos ambientales, así como en el control de las operaciones asociadas.

Todas las actividades vinculadas a los aspectos ambientales evaluados como significativos deben estar contempladas en su correspondiente plan de seguimiento y medición, y en un programa de control operacional.

#### **1.4.2. Calidad**

Befesa Perú tiene un compromiso con la calidad en todas las actuaciones, tanto internas como externas. Esto no es una labor de un grupo aislado ni de la dirección, sino que, para llevarlo a cabo se requiere la participación de toda la organización y su puesta en práctica en su actividad diaria.

Gracias a la implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad según la norma ISO 9001, Befesa demuestra su capacidad para proporcionar de forma coherente productos o servicios que satisfacen los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implanta y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, basado a su vez en el ciclo de mejora continua PDCA (Planificar, Hacer, Comprobar, Actuar).

Los principales objetivos de Befesa en la implantación de un sistema de gestión de la calidad en las compañías que la conforman, son:

- Aumento de la satisfacción de los clientes.
- Servir como medio para mantener y mejorar la eficacia y adecuación del sistema de gestión de la calidad, al poner de manifiesto los puntos de mejora.
- Cimentar las bases de la gestión de la calidad y estimular a la empresa para entrar en un proceso de mejora continua.

#### **1.4.3. Prevención de riesgos**

Uno de los intereses prioritarios de Befesa es alcanzar y demostrar un sólido desempeño de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) mediante el control de sus riesgos, acorde con su política y objetivos de seguridad y salud en el trabajo. Lo hace en un contexto de una legislación cada vez más exigente, del desarrollo de políticas económicas y otras medidas para fomentar las buenas prácticas de SST, y de una mayor preocupación de las partes interesadas en esta materia.

OHSAS 18001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), destinados a permitir que una organización controle sus riesgos para la SST y mejore su desempeño de la SST.

Implantar y certificar un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo según OHSAS en sus sociedades, permite:

- Disminuir la siniestralidad laboral y aumentar la productividad, identificando, evaluando y controlando los riesgos asociados a cada puesto de trabajo, y evitando las causas que originan los accidentes y las enfermedades en el trabajo. La percepción de un entorno más seguro por los trabajadores, conlleva una disminución de las enfermedades, bajas o absentismo laboral, un aumento de la productividad, una reducción progresiva de la siniestralidad y una disminución de sanciones y gastos innecesarios.
- Cumplir la legislación en materia de prevención, integrando ésta última en los procesos de la organización, lo que conlleva una reducción de los costes y sanciones administrativas derivadas de su incumplimiento, además de una mejora de la gestión interna de la organización y de la comunicación entre empresa-trabajador, y empresa-administraciones y partes interesadas.
- Fomentar una cultura preventiva mediante la integración de la prevención en el sistema general de la empresa y el compromiso de todos los trabajadores con la mejora continua en el desempeño de la SST.

Por todo ello, la Certificación OHSAS 18001 de AENOR resulta la herramienta perfecta para establecer una adecuada política de seguridad y salud en el trabajo en aquellas empresas con voluntad de mejora continua.

#### **1.4.4. Cambio climático**

El cambio climático no espera y hoy las organizaciones tienen un desafío sin precedentes, ser protagonistas de la solución a uno de los retos ambientales más urgentes de la humanidad.

Befesa Perú ha implantado y certificado la cuantificación de las emisiones de efecto invernadero, según la ISO 14064.

Esta norma de referencia:

- Facilita la cuantificación de gases de efecto invernadero.
- Permite una cuantificación transparente y creíble.
- Fortalece y mejora las relaciones con las partes interesadas.
- Permite individualizar las responsabilidades, compromisos y obligaciones relacionadas con la gestión de los GEI.
- Facilita el diseño de estrategias y planes de gestión de GEI, así como también el cumplimiento de programas obligatorios o la participación de mercados voluntarios de reducción de emisiones.
- Facilita la gestión de reducción de GEI y permite la comparación global, al contar con un marco normativo de alcance internacional.
- Permite demostrar el compromiso ambiental de la organización frente al cambio climático.

## **1.5. DESARROLLO DEL ESTUDIO**

## Matriz de Consistencia

Es un cuadro horizontal, conformado por columnas y filas, que consiste en presentar y resumir en forma adecuada, panorámica y sucinta los elementos básicos del proyecto de investigación, para comprender y evaluar la coherencia y conexión lógica entre el problema, los objetivos, la hipótesis, las variables y metodología en la investigación a realizar.

Se presenta en el sgte. Cuadro la matriz desarrollada del presente trabajo:

Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología	Población
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Problema Principal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de un plan estructurado de mantenimiento para las unidades que conforman la flota de camiones de la empresa Befesa Perú, no permitiendo ser el área soporte eficiente para el área de operaciones.</li> </ul> </li> <li>• <b>Problemas Secundarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de incumplimiento de servicios por desperfectos mecánicos altos.</li> <li>• El alto costo por mantenimiento de los camiones que sobrepasa el presupuesto anual de mantenimiento.</li> <li>• Se identificó un alto grado de falta de compromiso por parte del personal involucrado.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Objetivo Principal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar e implementar el programa de mantenimiento estructurado que permitan asegurar la funcionalidad de las unidades a niveles de eficiencia óptimas.</li> </ul> </li> <li>• <b>Objetivos Secundarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar todo el sistema de mantenimiento de unidades vehiculares.</li> <li>• Documentar la dinámica de operación del vehículo de transporte identificando sistemas, subsistemas y componentes principales.</li> <li>• Diseñar procesos para una adecuada planeación, ejecución y control de las actividades a mantenimiento.</li> <li>• Implementar indicadores de control.</li> <li>• Recopilar información de equipos y unidades.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipótesis Principal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la empresa Befesa Perú, como área de mantenimiento aplica el plan general propuesto de mantenimiento, entonces los indicadores de parada por mantenimiento disminuirán significativamente.</li> </ul> </li> <li>• <b>Hipótesis Secundaria</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la empresa Befesa Perú aplica el plan general de mantenimiento propuestos, el costo de mantenimiento disminuirá respecto al del año 2014, teniendo en cuenta condiciones similares en ambos años.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tipo de metodología utilizado en el desarrollo de la investigación es aplicada. Dentro de este marco se utilizará referentes teóricos y metodologías ya existentes en relación a nuestra variable, para resolver los problemas prácticos, buscando un nuevo método aplicado de gestión integral de mantenimiento de camiones.</li> <li>• <b>Método</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El método que utilizaremos es el descriptivo.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La población de estudio del trabajo está constituida por los camiones actuales con que cuenta la empresa Befesa Perú.</li> <li>• <b>Muestra:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la muestra de la aplicación de la metodología de se tomo en consideración los camiones con mayor incidencias y que vendrían a hacer los de mayor antigüedad.</li> </ul> </li> </ul>



## **1.6. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Diseñar e implementar el programa de mantenimiento estructurado que permitan asegurar la funcionalidad de las unidades a niveles de eficiencia óptimas.

### **Objetivos Específicos**

- Documentar todo el sistema de mantenimiento de unidades vehiculares.
- Documentar la dinámica de operación del vehículo de transporte identificando sistemas, subsistemas y componentes principales.
- Diseñar procesos para una adecuada planeación, ejecución y control de las actividades a mantenimiento.
- Implementar indicadores de control.
- Recopilar información de equipos y unidades.

## **1.7. JUSTIFICACIÓN**

La empresa cuenta con el área de mantenimiento pero que no tiene la información necesaria ni un plan estructurado de mantenimiento para las unidades, se podría decir que estos se “planifican” al momento, teniendo como consecuencia que se originen en mayor número los mantenimientos correctivos. Se identificó también que se contempla como “guía” el mantenimiento básico que mandan los fabricantes, pero aun así, esos no se cumplen según lo indicado, esto debido quizás a la antigüedad de los camiones.

A raíz de esto, lo que se buscará es poder realizar un plan general acorde al contexto actual de las unidades, sin dejar de tomar en cuenta como base el plan de mantenimiento de fábrica.

Otro de los puntos a tomar en cuenta es la poca predisposición de los conductores para cuidar su herramienta de trabajo, esto es importante a tomar en cuenta ya que los conductores como usuarios, deben de estar en la capacidad y la predisposición de ser el primer eslabón de comunicación para el buen funcionamiento de un plan de mantenimiento.

El reflejo de un plan “vacío” de mantenimiento se refleja también en la molestia por parte del cliente interno, llámese área comercial y área de operaciones.

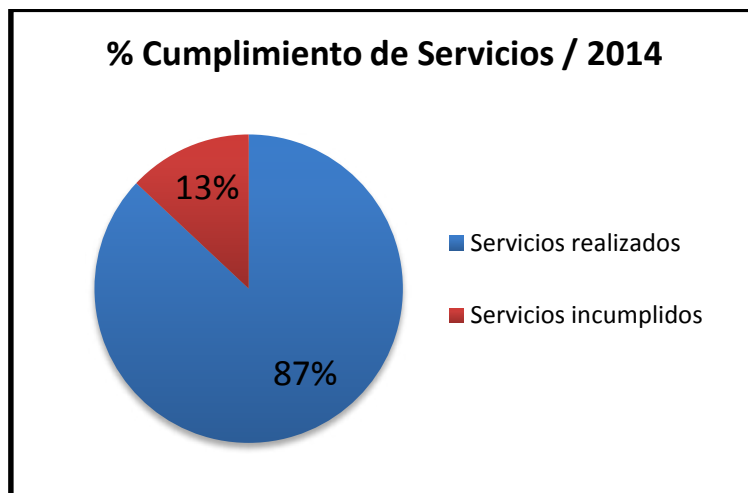
Se tomará en cuenta 2 estadísticas del balance del año 2014 que servirá para identificar los principales problemas relacionados con el área de mantenimiento de la empresa:

- **Servicios incumplidos por fallas mecánicas:**

Corresponde al nivel de servicios que se vieron afectados directamente por fallas mecánicas de las unidades

La grafica muestra un porcentaje alto del nivel de incumplimiento.

Gráfica 1: Nivel de cumplimiento



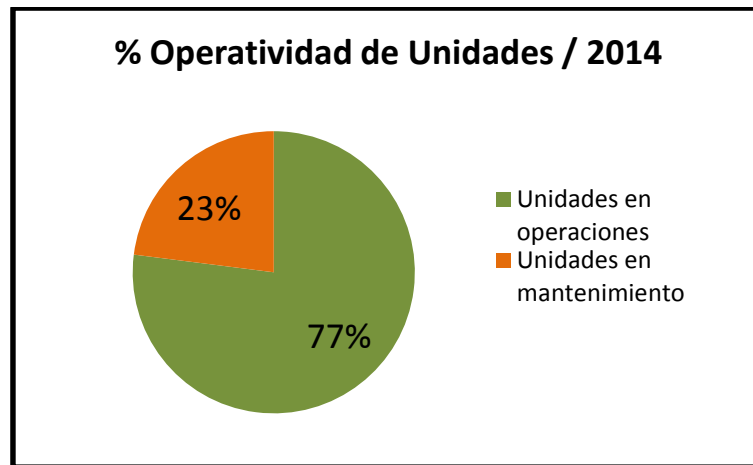
Fuente: empresa

- **Tiempo de parada por mantenimiento de las unidades**

La estadística evidencia el tiempo de para por mantenimiento (incluye preventivo y correctivo) de la unidades, representando un 23% del total del tiempo útil de las unidades.

Representa casi un cuarto del tiempo total del tiempo operativo que no se encuentran disponibles para servicios.

Gráfica 2: Operatividad de Unidades



Fuente: empresa

Se tiene que tener cuidado al momento de interpretar esta estadística, ya que lo que no se busca es que haya cero tiempo de parada por mantenimiento, sino minimizar estas paradas, y que mayormente sean programadas.

Mientras se realicen más mantenimientos preventivos, que son coordinados y programados, se reducirán los mantenimientos correctivos que afectan a los servicios de manera directa.

Con los datos expuestos, para cualquier empresa que busque ser rentable, es necesario darle la debida importancia a una correcta gestión de mantenimiento, ya que es el área soporte para que las operaciones se realicen de acuerdo a lo programado.

Al implementar el plan de mantenimiento se podrá minimizar las paradas no programadas, prolongar la vida útil de las unidades y optimizar su rendimiento, teniendo en cuenta y controlando las variables que intervienen en el proceso de mantenimiento: recursos hr\_hombre, proveedores, insumos, repuestos, costos.

Elaborar un plan general de mantenimiento eficiente podrá permitir contar con las unidades de transporte en un estado óptimo para el desarrollo de los servicios.

# **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El concepto de mantenimiento ha ido evolucionando a través del tiempo, desde la simple función de arreglar y reparar los equipos o maquinarias que te permitía asegurar la producción, hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global así como mejorar la calidad de la producción o servicio final.

Se puede distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento, según explica Simón Manuel Fraxanet: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial (1991)

- **1ª Generación:**

La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías, es el mantenimiento correctivo.

- 2ª Generación:

La exigencia de una mayor continuidad en la producción obliga a desarrollar formas de aumentar la disponibilidad de las máquinas, y se fragua entonces el concepto de mantenimiento preventivo sistemático. Los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan, mediante actuaciones preventivas de carácter periódico que se planifican con antelación.

- 3ª Generación:

Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el mantenimiento predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a producción en las tareas de detección de fallos.

- 4ª Generación:

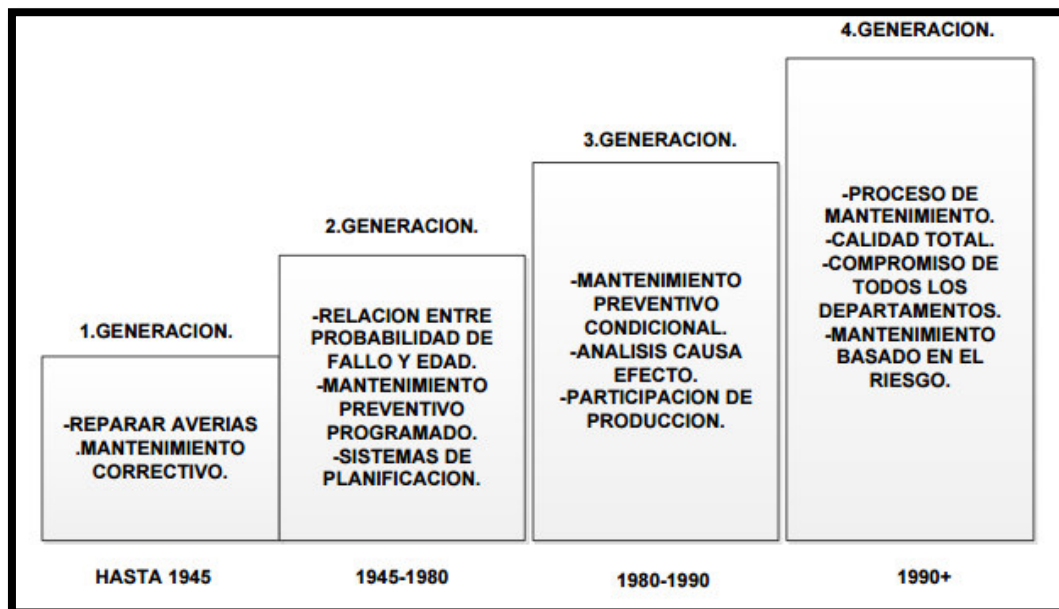
Aparece en los primeros años 90. El mantenimiento se contempla como una parte del concepto de calidad total: "mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos."

Es el mantenimiento basado en el riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos.

La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

El objetivo es la competitividad, y busca el desarrollo de métodos de trabajos eficaces y eficientes

Gráfica 3: Evolución del Mantenimiento



Fuente: Simon Manuel Fraxanet: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial



## 2.2. DEFINICIONES

Se puede definir al *mantenimiento* como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas, puede ser correctivo si las actividades son necesarias debido a que dicha calidad del servicio ya se perdió y preventivo si las actividades se ejecutan para evitar que disminuya la calidad de servicio, según Simon Manuel Fraxanet: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial (1992)

Con lo indicado se puede afirmar de manera sencilla para el caso del presente trabajo como el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las unidades.

### ¿Por qué Mantener?

- **Prevenir o disminuir el riesgo de fallas**

Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas, olvidándose de otros elementos de interés.

- **Recuperar el desempeño**

Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Grandes ahorros se han logrado al usar éste como gatillo para el mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar.

- **Aumentar la vida útil/diferir inversiones**

La vida útil de algunos activos se ve seriamente afectada por la frecuencia/calidad del mantenimiento.

- **Seguridad, ambiente y aspectos legales**

Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que puedan acarrear, responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar como la relación costo/riesgo así como también determinar los intervalos óptimos de mantenimiento.

- **Factor brillo**

La imagen pública, aspectos estéticos de bienes, la moral de los trabajadores, etc. Son factores importantes a la hora de elegir tareas e intervalos de mantenimiento. Por ejemplo la pintura de una fachada de edificio: el intervalo entre pintadas es modulado más por la apariencia, que por el deterioro de la estructura por baja protección.

## **2.3. CLASIFICACIÓN:**

### **2.3.1. Mantenimiento correctivo:**

El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla, se le considera como mantenimiento de corto plazo, las personas encargadas de avisar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de las máquinas o equipos y corresponde al personal de mantenimiento las reparaciones de éste.

Exige para su eficacia, una buena y rápida reacción de la reparación (recursos humanos asignados, herramienta, repuestos, elementos de transporte, etc.); la reparación propiamente mayormente es rápida y sencilla, así como su control y puesta en marcha.

El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento es que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio o recién pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Si se tiene en cuenta que la mayoría de los operarios encargados de usar los equipos no son expertos en fallas, pueden pasar por altos ruidos y anomalías que pueden significar fallas iniciales o generar otras averías mayores

Existen dos tipos de tareas no planificadas de orden correctivo:

- El desvare, que consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a la condición de trabajo u operación, pero no necesariamente a sus condiciones estándares; se aplica en urgencias donde no se debe paralizar el proceso operativo de bienes y/o servicios.
- Reparación correcta y definitiva, donde de alguna manera se tienen experiencias similares y se conoce la causa raíz de la falla; esta reparación devuelve la maquinaria a sus condiciones estándares de producción y mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren.

Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades según Arques J. – Ingeniería y gestión del mantenimiento (2009)

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| • Detección de la falla    | • Montaje      |
| • Localización de la falla | • Pruebas      |
| • Desmontaje               | • Verificación |
| • Recuperación/sustitución |                |

### **2.3.2. Mantenimiento predictivo:**

La permanente revisión y estudio de las variables internas o externas asociadas (directa o indirectamente) al proceso de operación de una máquina, permite diagnosticar el comportamiento futuro en tiempo real de la posible aplicación de fallas o situaciones fuera de las condiciones estándares, con el fin de evitarlas a toda costa y alargar los períodos de funcionalidad del equipo y por ende, la vida útil total.

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros, para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares; así, poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.

Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta u operación mientras se está aplicando.

La principal ventaja radica en la velocidad de detección de la avería (en forma anticipada y temprana al hecho), mientras que en otros casos sólo es posible establecer una frecuencia.

### **2.3.3. Mantenimiento preventivo:**

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema.

Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.

Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.

Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

#### **2.3.4. Mantenimiento proactivo:**

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo; de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo con este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se deben atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

## 2.4. INDICADORES DE GESTIÓN

*“Lo que se mide se controla, lo que se controla se mejora”*

Teniendo como premisa que la forma de medir la eficacia de una metodología es poder medirla, es necesario contar con indicadores que permitan obtener una pauta de cómo se va desarrollando la gestión de mantenimiento.

Con la obtención de indicadores se puede tomar las medidas necesarias si estos no están dentro de lo que se pretende, todo esto como parte de la mejora continua que necesita todo proceso y que permitirá finalmente contar con un plan de mantenimiento exitoso.

### **Confiabilidad:**

Probabilidad de que un equipo no falle en un momento dado bajo condiciones establecidas.

$$TMEF = \frac{TTO}{\# fallas}$$

TTO: Tiempo total en operación

# Fallas: Número total de fallas



**Mantenibilidad:**

Probabilidad de que, en caso de ocurrencia de una falla, el equipo pueda ser restaurado en un intervalo de tiempo dado.

$$TMPR = \frac{TTR}{\#RCP}$$

TTR: Tiempo Total de reparaciones

# RCP: Número Total de reparaciones

**Disponibilidad:**

Da una medida de la capacidad del equipo para cumplir con la función para la cual está detenida, en un tiempo dado.

La disponibilidad de un equipo existente solo puede aumentarse disminuyendo el tiempo fuera de servicio.

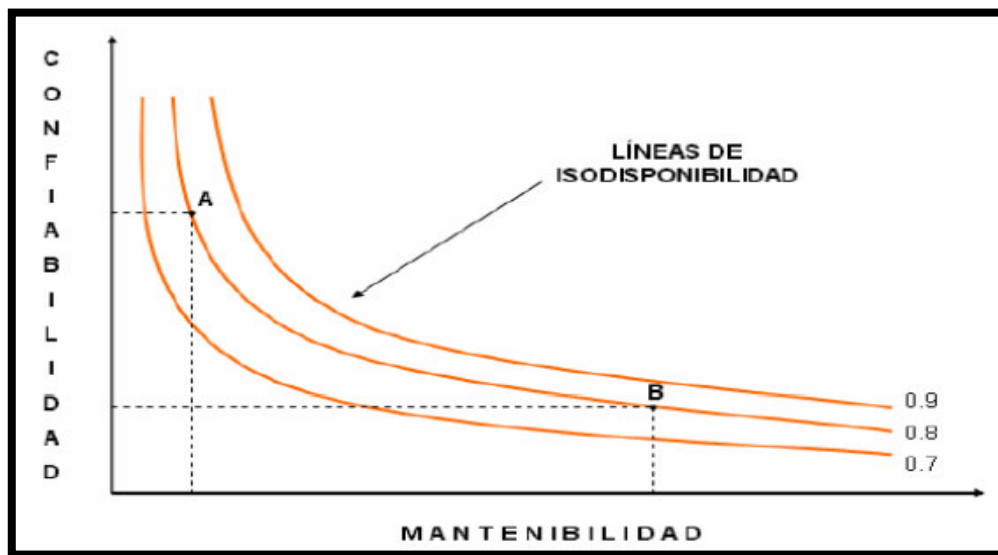
**Efecto de la Confiabilidad y la Mantenibilidad sobre Disponibilidad**

La confiabilidad se encuentra relacionada con el tiempo medio operativo (TMO), así que si desea incrementar la confiabilidad, se debe incrementar el tiempo promedio operativo.

La mantenibilidad se halla relacionada con el tiempo medio para reparar (TMPR); así que si se desea aumentar la mantenibilidad, se debe disminuir el tiempo promedio para reparar.

En el gráfico se muestra el efecto combinado de la confiabilidad y la mantenibilidad sobre la disponibilidad.

Gráfica 4: Confiabilidad vs Mantenibilidad



Fuente: Simon Manuel Fraxanet: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial

Si se desea alcanzar un valor de disponibilidad específico a partir de actividades orientadas a mejorar la confiabilidad o la mantenibilidad se debe jugar con los propios valores de confiabilidad y mantenibilidad (aumentándolos o disminuyéndolos) para conseguir el valor de disponibilidad deseado.

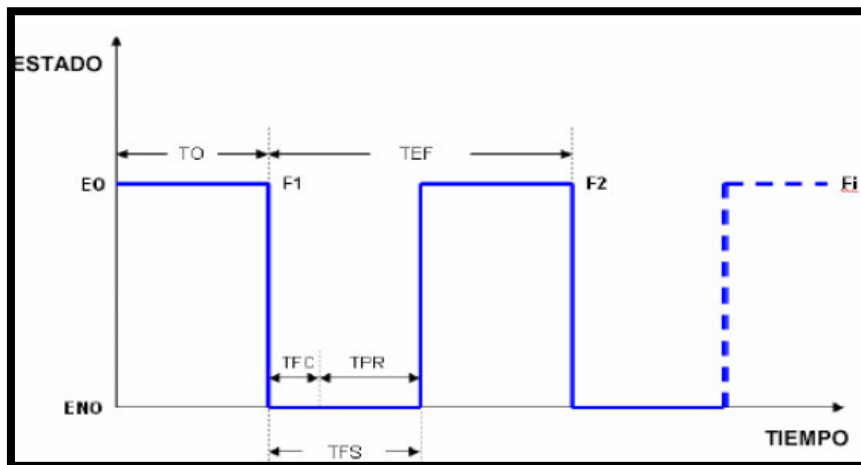
Se concluye que existe un balance óptimo entre confiabilidad y mantenibilidad, para una misma disponibilidad

## 2.5. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DE FALLAS

Se observa como es el comportamiento de los tiempos de fallas en un equipo a través del tiempo.

El gráfico siguiente muestra de distribución de fallas y relaciona el estado de operatividad del equipo en función del tiempo.

Gráfica 5: Tiempo vs Operatividad



Fuente: Simon Manuel Fraxanet: Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial

### Dónde:

TO: tiempo operativo

EO: estado operativo

ENO: estado no operativo

Fi: falla i-esima

TFC: tiempo fuera de control

TEF: tiempo entre fallas

TFS: tiempo fuera de servicio

TPR: tiempo para reparar

## **2.6. MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

Para poder realizar una adecuada gestión de mantenimientos se tiene diferentes métodos y herramientas:

### **Análisis de criticidad**

Es una técnica que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto global, con el fin de optimizar el proceso de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos).

El AC es una herramienta que agrega vital información a cualquier programa de mantenimiento, facilitando la toma de decisiones.

### **Análisis Causa – Raíz**

Metodología empleada para investigar y reconocer las causas que originan las fallas de un sistema o equipo, las cuales al ser rectificadas evitaban el acontecimiento de esta.

Este es aplicable cuando se requiere de análisis de fallas repetitivas de equipos, análisis de errores humanos, en el proceso de diseño y aplicación de métodos y supervisión.

## **Análisis de costo riesgo beneficio (ACRB)**

Metodología que identifica la frecuencia optima de actividades de mantenimiento preventivo, fundamentándose en el costo total optimo que origina.

Estos son posibles gracias al balance de los costos-riesgos asociados a dichas actividades y a los beneficios que genera.

## **Inspección basada en riesgos (IBR)**

Herramienta que permite precisar la probabilidad de fallas en equipos que transportan y/o almacén fluido y las consecuencias que estas fallas pudieran originar sobre los operarios, el ambiente y proceso productivo.

El IBR se utiliza en el momento que se desea evaluar y/o fijar frecuencias de inspección, cuando se requiere optimizar costos de inspección, cuantificar y/o variar niveles de riesgo y especialmente cuando se necesite mejorar la productividad y rentabilidad.

## **Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)**

Herramienta de análisis sistemático, objetivo y documentado, utilizada para indicar tareas de mantenimiento en los equipos, bajo su contexto operacional y función de criticidad, de cualquier instalación industrial.

Con esto se obtienen mejoras en cuanto a la confiabilidad operacional de los sistemas relacionados con la seguridad, previniendo sus fallas y minimizando el costo de mantenimiento.

### **2.7. METODOLOGÍA TEORICA A UTILIZAR: MCC**

Es un procedimiento que identifica las necesidades reales de mantenimiento de las unidades en su contexto operacional.

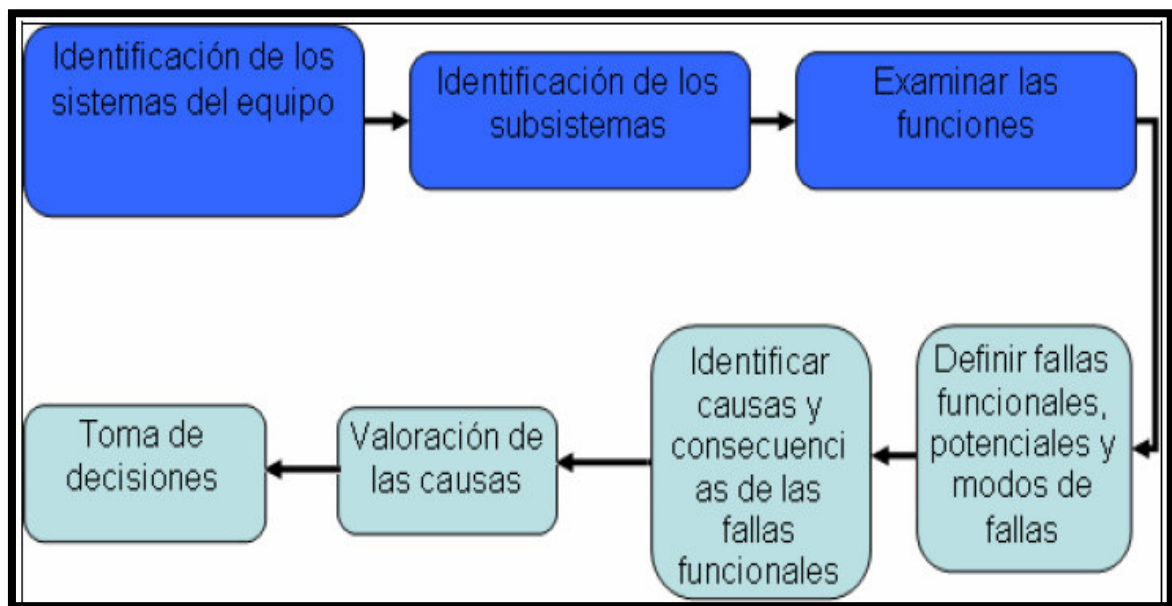
La metodología involucra siete preguntas, en donde se necesita que las respuestas sean proporcionadas por personal técnico y supervisores:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de desempeño del equipo?
2. ¿De qué forma puede fallar el equipo?
3. ¿Cuáles son las causas posibles de cada falla?
4. ¿Qué ocurre al originarse cada falla?

5. ¿Cuál es el impacto de cada falla?
6. ¿Que debe de hacerse para prevenirse cada falla?
7. ¿Qué sucede si no se puede prevenir las fallas y que acciones deben realizarse?

El siguiente gráfico muestra el esquema que se sigue al aplicar la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC), según indica Herrera H.:  
Mantenimiento industrial:

Esquema Nro. 1: Esquema de MCC



Fuente: Herrera H.: Mantenimiento industrial

## **Conceptos del MCC**

Se definirán algunos conceptos de manera breve y sencilla para poder desarrollar esta metodología:

- Unidad de proceso: conformado por un conjunto lógico de sistemas.
- Sistemas: agrupación de subsistemas que actúan conjuntamente para llevar a cabo una acción.
- Subsistemas: agrupación de equipos que realizan una etapa del proceso.
- Equipos: subdivisión de un sistema, que reúne elementos con tiene un propósito en particular, con funciones más específicas
- Componentes: elementos que integran al equipo.
- Función: capacidad de un producto o proceso para cumplir con un propósito.

## **Tipos de Fallas**

Suceso no predecible, que no permite al equipo alcanzar el estándar de ejecución esperado y trae como consecuencia que no pueda cumplir su función total.

- Falla: cuando un sistema deja de cumplir la función para la cual fue diseñado.



- Fallas funcionales: las fallas funcionales o estados de falla identifican todos los estados indeseables del sistema
- Modos de fallas: posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla.
  - Fallas mecánicas: fallas asociadas a los sistemas de motor, transmisión, dirección y frenos y suspensión.
  - Fallas eléctricas: fallas asociadas al sistema eléctrico y elementos que funcionan alimentados por corriente.

### **Consecuencias de las fallas:**

Una vez que las funciones y modos de fallas han sido establecidos, el siguiente paso es identificar las consecuencias potenciales cuando se presente un modo de fallas, se considera 4 consecuencias de fallas.

Repercusiones que tendrá la falla sobre el sistema o subsistema:

- Consecuencias ocultas: no existen efectos obvios de la causa.
- Consecuencias a la seguridad y ambiente: ponen en riesgo la integridad.
- Consecuencias operacionales: afectan el servicio al cliente.
- Consecuencias no operacionales: no afectan el servicio, seguridad ni ambiente, el único gasto es la reparación.

### Valoración de las causas:

Es la ponderación por medio de valores numéricos a las fallas que se identifican para cada sistema o subsistema.

- **Severidad:** determina que tan grave es la falla presentada.

Tabla Nro. 1: Rango de Severidad

Rango	Efecto	Comentario
1	Ninguno	La falla no tendrá efecto en el ambiente, la salud, la seguridad y la función del sistema
2	Muy leve	Perturbación menor funcionamiento. Posible acción correctiva durante el funcionamiento
3	Leve	Igual que la anterior pero con una acción correctiva que puede durar un poco mas
4	Entre leve y moderado	Perturbación menor, probabilidad de reacomodar la función del sistema o demora del proceso
5	Moderado	Demora del 100% del sistema o reacomodación total
6	Entre moderado y alto	Se pierde una parte importante de la función del sistema, demora en la reparación
7	Alto	Alta pérdida en al función del sistema, demoras mayores para restaurar su funcionamiento
8	Muy alto	Se pierde función, gran demora en la reparación
9	Riesgoso	Inconvenientes graves en cuanto a seguridad, salud y ambiente. Falla avisara antes de su ocurrencia
10	Riesgoso	Igual anterior, falla ocurrirá sin advertencia

Fuente: Herrera H.: Mantenimiento industrial

- **Probabilidad de ocurrencia:**

Determina la facilidad con la que puede ocurrir una falla, lo ideal es poseer una estadística de falla real, que se consigue mediante un adecuado registro de mantenimiento.

Se puede cuantificar mediante la siguiente tabla:

Tabla Nro. 2: Probabilidad de Ocurrencia

Rango	Probabilidad	Comentario
1	1/10000	Probabilidad remota, no se espera falla
2	1/5000	Probabilidad baja
3	1/2000	Probabilidad baja
4	1/1000	Ocasional
5	1/500	Moderada
6	1/200	Moderada
7	1/100	Alta
8	1/50	Alta
9	1/20	Muy alta
10	1/10	Muy alta

Fuente: Herrera H.: Mantenimiento industrial

Se verá más adelante que una de las fallas más frecuente en las unidades:

*Sobrecalentamiento de motor.*

Teniendo como causas probables:

- *Radiador en mal estado.*
- *Cambio de bomba de agua.*
- *Termostato pegado.*
- *Cambio de mangueras.*

- **Criticidad:**

Es el producto de la severidad y la probabilidad de ocurrencia, nos permitirá tomar una falla funcional como prioridad dentro de un conjunto de causas asociadas a la falla.

### Formato para el análisis de la falla:

Permite recopilar toda la información sobre las fallas y causas encontradas.

Tabla Nro. 3: Tabla para el Análisis de Falla

Numero				Fecha	
Hecha por				Equipo	
Autorizada por					
Sistema/subsistema	Función	Falla funcional	Rango critico	Probabilidad	Observaciones

Fuente: Herrera H.: Mantenimiento industrial

### **Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF)**

Para la resolución de las 7 preguntas del MCC, se cuenta con técnicas de confiabilidad como el AMEF que ayudan a determinar las consecuencias de los modos de falla de cada activo operacional.

De las 7 preguntas del MCC las primeras 5 pueden ser respondidas mediante esta técnica.

A partir de lo revisado, se puede analizar los escenarios posibles para la ocurrencia de alguna falla, determinar las más recurrentes y de mayor gravedad y sobretodo ver las causas de las fallas.

Tabla Nro. 4: Análisis de Causas

Función	Modo de falla	Falla funcional	Causa	Probabilidad	Severidad	Criticidad

Fuente: Herrera H.: Mantenimiento industrial

Las acciones que surgen como consecuencia del análisis del resultado del AMEF pueden ser orientadas a lo siguiente:

- Reducir la gravedad de los efectos del modo de fallo:

Es un objetivo de carácter preventivo que requiere la revisión del producto/servicio.

- Cualquier punto donde sea alto debe llevar consigo un análisis pormenorizado para asegurarse de que el impacto no llega al cliente o usuario.

- Reducir la probabilidad de ocurrencia:

Es un objetivo de carácter preventivo que puede ser el resultado de cambios en el producto/servicio o bien en el proceso de producción o prestación.

En el caso en que se produzca el fallo, aunque éste no llegue al cliente o su gravedad no sea alta, siempre se incurre en deficiencias que generan un aumento de costes de transformación.

- Aumentar la probabilidad de detección:

Es un objetivo de carácter correctivo y, en general, debe ser la última opción a desarrollar por el grupo de trabajo, ya que con ella no se atacan las causas del problema.

## **Posibles problemas y deficiencias de interpretación**

El obtener conclusiones del AMEF deficientes o erróneas puede ser la causa de, según Fibertel Juan: RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (2007)

- No haber identificado todas las funciones o prestaciones del objeto de estudio, o bien, no corresponden estas a las verdaderas necesidades y expectativas del cliente o usuario.
- Realizar una identificación de causas posibles superficiales o sin utilizar correctamente las herramientas que proporcionan relaciones de causalidad.
- No considerar todos los modos de fallo potenciales por estar latente la idea de que alguno no podrá darse nunca.

## **Objetivos del AMEF:**

Según Fibertel Juan: RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (2007)

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales, las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto, y consecuencias importantes respecto a criterios como disponibilidad, seguridad, confiabilidad y calidad.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán prevenir, eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial y precisar que cada modo de fallo dispone de los medios de detección previstos (detectores, ensayos o inspecciones periódicas).

## **Beneficios del A.M.E.F**

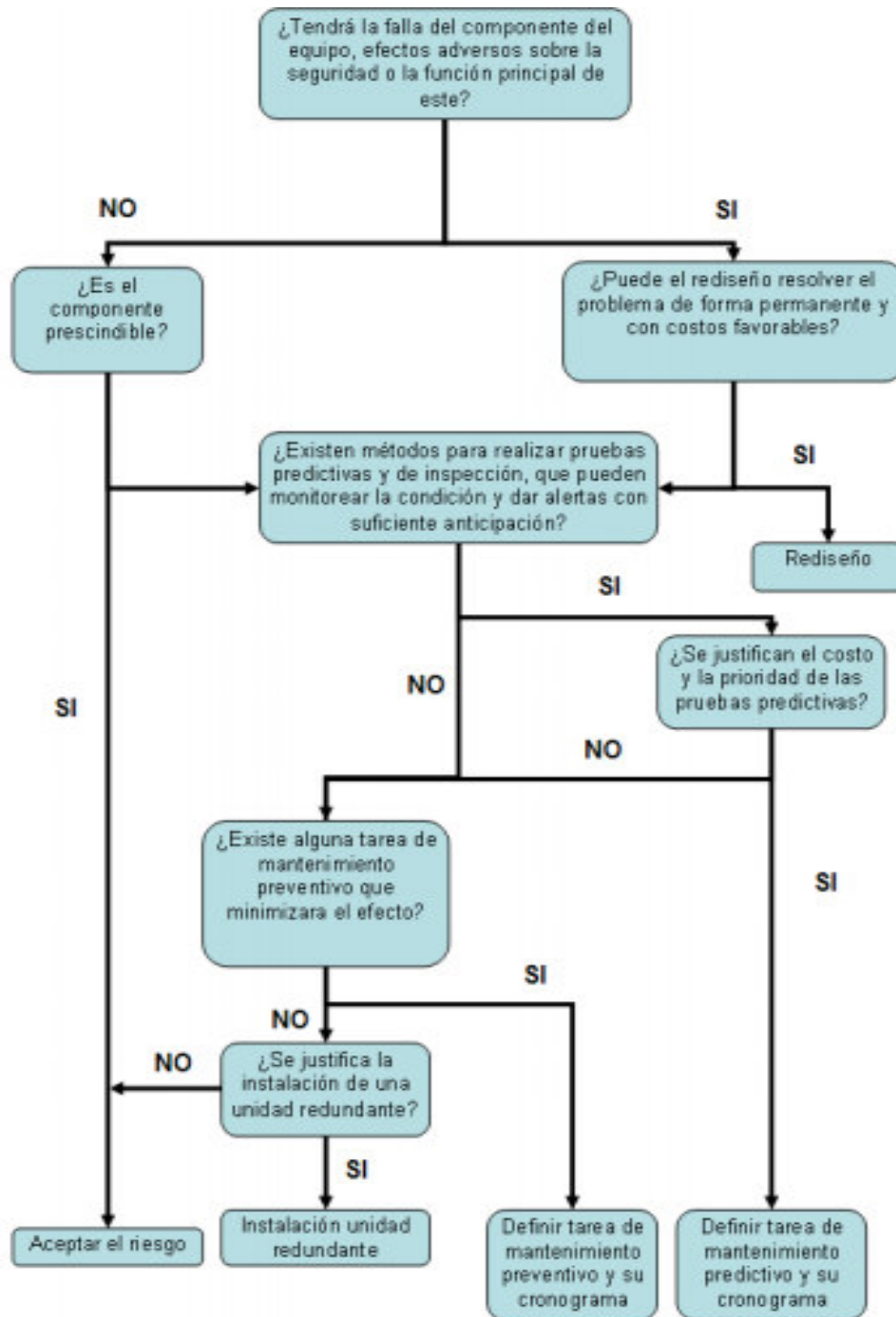
Según Fibertel Juan: RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (2007)

- Potencia la atención y satisfacción al cliente.
- Potencia la comunicación entre los departamentos, logrando una efectiva interacción y el trabajo en equipo.
- Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los productos, servicios, maquinarias y procesos.
- Reduce los costos operativos.
- Mejora la imagen y competitividad de la compañía.



## 2.8. ESQUEMA FINAL DE APLICACIÓN DEL MÉTODO MCC

Esquema Nro. 2: Análisis de Causas



Fuente: Juan Fibertel en RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

# **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y DESARROLLO**

## **3.1. PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO**

### **Plan General de Mantenimiento de Unidades**

De acuerdo a lo revisado, se propone el plan general de mantenimiento de las unidades propuesto.

Este plan general debe de cumplirse bajo las siguientes premisas lo que podrá permitir mapear todos los aspectos que conlleva el mantenimiento de unidades.

#### **1. Realizar un inventario general de las unidades:**

Identificar los tipos y modelos de las unidades con las que cuenta la empresa, con lo cual se podrá identificar algunas particularidades.

## **2. Aplicación de los principios teóricos:**

La idea es identificar las necesidades reales de mantenimiento de las unidades en su contexto operacional.

Así mismo identificar los sistemas y subsistemas de las unidades.

## **3. Elaboración de tabla de mantenimiento y periodicidad:**

Una vez identificado los sistemas a mapear y controlar, es necesario el plan operativo que incluye identificar la periodicidad y actividades a realizar.

Este plan operativo tendrá como base los planes de las propias casas automotriz y que será revisados y aterrizados al contexto operativo de las unidades.

## **4. Programación, control y cumplimiento de plan**

### **Sistema de alertas de cumplimiento del plan**

El sistema de alerta consiste en controlar y coordinar con el área operativa las programaciones de los mantenimientos de los principales sistemas.

## **5. Formatos de control:**

Se implementará formatos que permitirán llevar un control de las actividades realizadas, el tipo de mantenimiento que se realizó y que tendrá que tener el conforme de cliente interno.

Así mismo, se elaborará estos formatos de modo que permitan obtener la mayor información posible del estado actual y de acciones inmediatas, de mediano o largo plazo.

Estos formatos deben también ser los más dinámicos posibles a la hora de llenarlos de modo que no se haga engorroso ya que muchas veces esto deriva a que no se realice de manera correcta.

- SOS Preventivo: formato de evidencia de cumplimiento y conformidad con el mantenimiento realizado.
- SOS Correctivo: se hace mención al siguiente formato debido a que la idea es identificar los principales mantenimiento correctivos para derivarlos en mantenimiento preventivos en corto plazo.
- Check list: control diario realizado por los conductores como control básico de operatividad de la unidad.
- Orden de Trabajo: solicitud de revisión solicitada por parte de área operativa por problemas identificados en los check list o en los servicios.

## **6. Gestión de recursos humanos**

Para que todo plan de mantenimiento sea eficaz, es necesario prestarle la debida atención a los actores que están implicados, ya que tanto los supervisores, responsables, mecánicos conductores deben de estar alineados dentro de los parámetros establecidos.

### **3.2 CONTROL Y MEDICIÓN**

Los parámetros para la medición de eficiencia de este plan se realizarán bajo los siguientes parámetros:

- Tiempo por mantenimiento.

Es importar optimizar los tiempos de parada por mantenimiento, el indicador a utilizar es la Confiabilidad.

El objetivo propuesto dentro de la empresa es que estos tiempos de parada estén entre 12% - 18%.

- Costo por mantenimiento

Se realizara un control del costo de mantenimiento por unidad, identificando el mantenimiento preventivo, correctivo o en insumos: lubricantes y neumáticos; como área permitirá identificar las unidades más rentables para la empresa.

Llevar el control de los costos de mantenimiento son útiles por 2 sentidos:

- ✓ Para evaluar resultados internos de una organización de mantenimiento.
- ✓ Para comparar la inversión con los resultados operativos de la empresa.
- Control de insumos principales

Para los mantenimientos a realizar con el personal propio, se debe de controlar el consumo de los insumos necesarios.

### **3.3. DESARROLLO DEL PLAN PROPUESTO**

#### **3.3.1. Inventario**

Para comenzar a desarrollar el plan de mantenimiento es necesario llevar un control de las unidades con las que cuenta la empresa, por lo que se debe de realizar el inventario con la siguiente información básica:

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| • Tipo de unidad | • Color           |
| • Marca          | • Serie de chasis |
| • Modelo         | • Serie de motor  |
| • Placa          | • Año             |

Tabla Nro. 5: Inventario de Unidades

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

FLOTA VEHICULAR								
Tipo	Marca	Modelo	Placa	Carreta	N° Serie Chasis	N° Serie Motor	Año	Color
Camión Furgón	VW	17 220	F7Z-712		9BWCM82T56R610932	30557081.00	2006	Blanco
Camión Furgón	Mercedes Benz	1720/48	C2I 776		9BM6931288B554500	377984U0743752	2007	Blanco
Camión Intercabidor	Freightliner	M2106	F9L-809		3ALHCYCS68DZ32698	90698000688111.00	2008	Blanco/Negro
Camión Furgón	VW	17 220	A4S 859		9BWCM82T09R931006	36110187.00	2009	Blanco
Camión Furgón Isotermico	VW	17 220	A7I 908		9BWCM82T39R930285	36110898.00	2009	Blanco
Camión Furgón	Mercedes Benz	Atego 1618	C0W 760		WD3YLC949DL685910	90491700978417.00	2012	Blanco
Tracto Camión	MACK	CXU613E	D4J 877		1M1AW07Y3CM017693	MP8952250	2011	Blanco
Tracto Camión	MACK	CXU613E	C9H 723		1M1AW07YXDM028630	MP8990691	2012	Blanco
Volquete	Freightliner	M2106	C8E 277		3ALHCYCS48DZ32702	90698000687272.00	2008	Blanco
Camión Compactador	Mercedes Benz	Atego 1618	C0R 756		WD3YLC947DL685906	90491700978437.00	2012	Blanco
Camioneta	Toyota	Hilux 4x2 CD DIE	PIM 037		8AJ33LNL039106671	5L5308706	2003	Verde Oscuro
Camioneta	Mitsubishi	L 200 CR 4x4 2.5 C/D TD GLX	D5A-785		MMBJNKB408D048515	4D56UCAZ8673	2007	Gris Claro Metálico
Camioneta	Nissan	Frontier 4x4 DC DX 3.0 TD	B0G 846		JN1CNUD22BX471249	ZD30 - 269395K	2010	Rojo Metálico
Camioneta	Nissan	Frontier 4x4 DC DX 3.0 TD	B0F 841		JN1CNUD22BX471282	ZD30 - 270629K	2010	Azul Perlado
Camioneta	Toyota	Rav4	B4I 549		JTMBD33V595216030	2AZH207582	2008	Negro
Camioneta	Honda	Pilot	C5E 056		5FNYF4850CB01723	J35Z4-4044432	2012	Gris Polished
Camioneta	Nissan	Frontier 4x4 DC 2.5 TDI	C9U 755		3N6PD23Y1CK056393	YD25389932T	1012	Plata
Couster	Hyundai	County 3.9 CBU 28 + 1	B0W 566		KMJHG17BPCC053139	D4DBB482412	2012	Blanco
Semi Remolque Decanter	Hr Tractor	Hrt - Rv		ZI 6939	8T9222NVS6PCB806		2006	Blanco
Semi Remolque Furgón	Bullon	SR3F		B6T 994	8S943FNS5B2T64043		2011	Blanco
Semi Remolque Furgón	Bullon	SR3F		C3H 995	8S943FNS5C2T64052		2012	Blanco

Fuente: Autor

### Descripción de camiones:

Para los distintos servicios que brindad de recolección de residuos industriales la empresa cuenta con diferentes tipos de unidades:

- Camiones furgones ala de gaviota de 15 tn

Unidades para transportar todo tipo de residuos peligrosos, cuenta con un sistema de carguío por la parte lateral a través de un sistema hidráulico que permite elevar las planchas laterales, también cuenta con una rampa hidráulica de 1.5 tn para cargar por la parte posterior.

Imagen Nro.1: Furgón



- Camiones intercambiadores para tolvas de 12 m<sup>3</sup> y 24 m<sup>3</sup>

Estas unidades cuentan con un brazo intercambiador que permite transportar tolvas que generalmente llevan tierras contaminadas.

Imagen Nro.2: Tracto





- Camiones Tracto - carreta / Semiremolque alas de gaviota de 30 tn

Las unidades tracto carreta al igual que los furgones, se utilizan para el transporte de todo tipo de residuos pero cuentan con una capacidad de 30 tn.

Cuentan con el mismo sistema de ala de gaviota y rampa hidráulica.

Imagen Nro.3: Tracto



Mayormente se utilizan para cubrir servicios para empresas y/o mineras que se encuentran en provincia.

Imagen Nro.4: Carreta de 30 TN



- Volquete de 15 tn

Unidad utilizada para el traslado de tierras contaminadas o trabajos en planta.

Imagen Nro.5: Volquete



Ahora, si bien es cierto que el Plan de Mantenimiento General es elaborado para toda la flota de unidades que se tiene, debido a que no todas las unidades son iguales, se considerara ciertas particularidades al momento de aplicar algunos mantenimientos.

A modo de ejemplo se mostrar como para un mismo sistema se tendrá distintas consideración al momento de implementar el plan:

Tabla Nro.6: Mantenimiento - Sistema vs Unidad

Mantenimiento	Unidad	Descripción
Sistema Hidráulico	Camion Furgon:	Funcionamiento de alas de gaviota
		Funcionamiento de rampa hidráulica
	Camion Intercambiador	Funcionamiento del brazo deslizante
		Funcionamiento de bomba al vacio
	Volquete	Brazo deslizante de tolva
Estructura y chasis	Camion Furgon	Caja de furgon de alas de gaviota
	Semiremolque	Caja de carreta de alas de gaviota
	Camion Intercambiador:	Chasis de plataforma

Fuente: autor

### 3.3.2. Aplicación de los principios teóricos de la Metodología Centrado en la Confiabilidad

Como se explicó en la teoría del MCC, lo primero será la identificación de sistemas y subsistemas de las unidades en general, para muestra se realizará de la parte esencial de toda unidad automotriz, el *motor*.

#### Identificación de los sistemas y subsistema

##### ***Motor***

*Parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.*

*En los automóviles este efecto es una fuerza que produce el movimiento.*

*La gran mayoría de los vehículos de carga utilizan motores Diésel:*

- *Gran relación de compresión, que puede llegar a ser 18:1.*
- *Mayor eficiencia térmica que los motores de gasolina.*
- *Inyección directa de combustible a la cámara de combustión.*
- *En su mayoría son motores de 4 tiempos, realizando el ciclo durante 2 vueltas del cigüeñal.*

##### ***Alimentación de Combustible***

*El sistema de combustible de un motor diésel tiene como misión el entregar la cantidad correcta de combustible limpio a su debido tiempo en la cámara de combustión del motor.*

*Es el encargado de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor.*

## **Tren Alternativo**

*Mecanismo encargado directamente de la transformación de presión a movimiento rectilíneo y posteriormente a rotación dentro del motor.*

### **a) Cilindros y camisas**

*El cilindro es una cavidad de forma cilíndrica, de material metálico. Por ella se desplazan los pistones guiándolos en su movimiento alternativo entre el punto muerto inferior y el punto muerto superior.*

### **b) Pistones**

*Tomando el pistón como una parte de un mecanismo cinemático, puede definirse como aquel elemento que tiene como función deslizarse dentro de su guía, que en el caso de un motor es la camisa o cilindro.*

### **c) Bielas**

*La biela es la pieza que está encargada de transmitir al cigüeñal la fuerza recibida del pistón.*

## **Distribución**

*Subsistema que controla y facilita la realización de los procesos de admisión de aire y de escape de gases de combustión de forma sincronizada.*

*Las válvulas pueden ser de escape y de admisión, que deben de garantizar un cierre hermético con la superficie de la culata, en la superficie de cierre está ubicado el asiento de la válvula.*

*En el centro de su cuerpo las válvulas poseen resortes que las regresan a su posición original luego de la apertura.*

*La fuerza con la cual las válvulas se retraen es generada por un balancín, el cual a sus veces es accionado por las varillas de balancines, las cuales obtienen su movimiento del árbol de levas.*

## ***Lubricación***

*Se debe de dar con los componentes del motor que están sometidos a fricción.*

*Los sistemas de lubricación de los motores diésel cuentan con:*

- *Carter*
- *Bomba de aceite*
- *Elementos filtrantes*

## ***Refrigeración***

*Para mantener en óptimo estado los componentes, los motores diésel cuentan con un adecuado sistema de refrigeración.*

En el Anexo 2, se describirá a detalle los principales sistemas de los camiones, además del *motor*.

Una vez que se conoce la dinámica de operación de las unidades y se establece la composición de cada uno de sus sistemas se deben definir las funciones primarias y secundarias de los sistemas y subsistemas.

Se realizara como modo de ejemplo:

*Sistema: Motor*

*Subsistema: Inyección de combustible*

Tabla Nro. 7: Composición de subsistema de motor

Componente	Función
Tanque de combustible	Almacenar el combustible del vehiculo
Bomba de cebado	Extraer el combustible del tanque y enviarlo a la bomba de inyección
Filtro	Retener las impurezas que pueda contener el combustible
Bomba de inyección	Entregar el caudal requerido de combustible a los inyectores
Gobernador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformar la señal enviada por el movimiento del pedal de aceleración, para que la cantidad requerida de combustible, llegue a la cámara de combustión.</li> <li>- Regular el caudal de combustible durante las marchas mínima y máxima.</li> </ul>
Inyectores	Entregar el combustible a la cámara de combustión en forma sincronizada con los otros componentes que hacen posible la conversión de la energía química a energía calorífica
Cámara de combustión	Brinda el espacio adecuado para que se realice la combustión y se desplace el cilindro a través de un solo eje.

Fuente: Autor

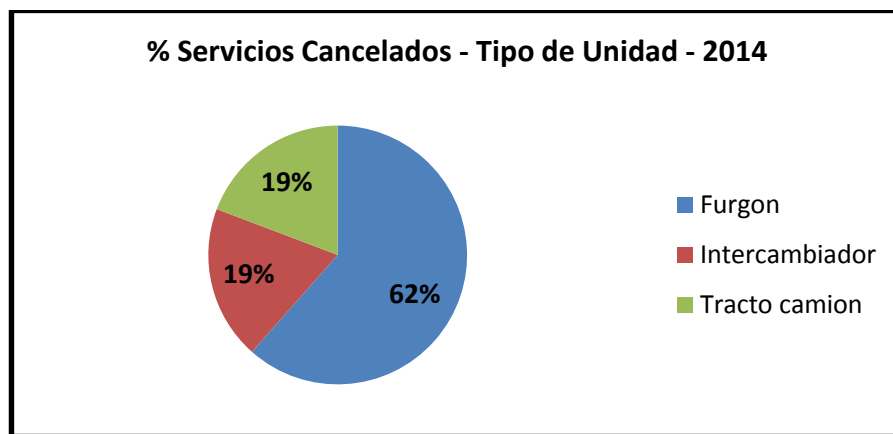
Una vez identificado las funciones principales, se procederá a identificar las posibles fallas, el análisis de estas llevará a la fase de “Toma de decisiones”, específicamente definir el tipo de mantenimiento a adoptar en caso ocurrieran:

- Aceptar el riesgo de la falla.
- Instalar unidades de reemplazo o como back up.
- Definir actividades de mantenimiento preventivo.
- Programar actividades de mantenimiento predictivo.
- Rediseñar el programa de mantenimiento.

Como parte del análisis para comenzar a identificar las principales fallas, se analizó primero que tipo de camión es que el presenta mayor reporte de incidencias mecánicas.

De las estadísticas que se tiene del año 2014, se puede identificar que son los camiones furgones son los que presentan mayores reportes de incidencias mecánicas.

Gráfica Nro. 6: Fallas por tipo de unidad



Fuente: Empresa



Este dato se debe de guardar relación al momento de identificar la unidad que operativamente presenta una mayor ineficiencia en los servicios, para esto se tomará en cuenta 2 variables:

- El carguío total por tn: número total de toneladas de residuos transportados para disposición final.
- El recorrido por km: kilometraje recorrido por la unidad durante un determinado tiempo, se entiende que mientras mayor km recorrido la unidad ha podido cubrir más servicios.

### Control de Recorrido por Km de las Unidades de Transporte

Tabla Nro. 8: Recorrido por unidad

UNIDAD	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
C2I-776	1,861	1,363	0	3,439	2,656	5,971	2,941	3,220	3,146	24,597
A4S-859	1,201	3,002	5,866	2,929	3,315	6,530	5,118	5,386	3,194	36,541
F7Z-712	3,406	2,604	3,699	3,122	2,510	2,803	2,361	3,561	4,787	28,853
F9L-809	2,445	3,482	3,723	3,341	2,954	3,244	3,817	3,392	2,423	28,821
F3Q-836	3,680	4,435	5,073	4,250	3,673	5,552	4,914	5,156	3,579	40,312
D4J-877	7,156	5,811	3,591	5,585	5,131	8,463	3,802	9,053	9,851	58,443
C9H-723	6,798	2,063	5,666	6,775	5,933	9,022	5,346	4,804	7,083	53,490
total	26,547	22,760	27,618	29,441	26,172	41,585	28,299	34,572	34,063	

Fuente: Empresa

## Control de Toneladas Cargadas por Unidad

Tabla Nro. 9: Recorrido por unidad

Unidad	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Total general
F3Q-836	110	96	99	130	161	147	142	125	120	1,130
C9H-723	87	34	63	65	279	139	120	73	176	1,035
A4S-859	53	125	107	107	210	153	124	118	31	1,028
F9L-809	81	109	100	84	152	60	144	80	148	958
D4J-877	68	55	24	104	184	145	104	109	116	909
C2I-766	65	19		32	222	99	99	187	166	888
<b>F7Z-712</b>	<b>53</b>	<b>77</b>	<b>96</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>41</b>	<b>141</b>	<b>34</b>	<b>81</b>	<b>719</b>
<b>Total general</b>	<b>516</b>	<b>515</b>	<b>489</b>	<b>613</b>	<b>1,314</b>	<b>783</b>	<b>874</b>	<b>726</b>	<b>836</b>	<b>6,667</b>

Fuente: Empresa

De ambos cuadros se puede apreciar que la unidad F7Z 712 (año 2006) es la unidad menos eficiente para el área de Operaciones.

Teniendo claro cuál es la unidad a prestar atención para identificar los principales problemas mecánicos, se verificará el control de registro de fallas del último trimestre del año 2014 como muestra.

Tabla Nro. 10: Fallas por unidad – Trimestral 2014

	F7Z-712	C2I-776	A4S-859	F9L-809	D4J-877	C9H-723	F3Q-836	TOTAL
<b>MECANICAS</b>								
Vehiculo se apago y no enciende	2.00	1.00			2.00		1.00	6.00
Vehiculo desforzado			1.00					1.00
Recalentamiento	2.00	1.00			1.00	1.00		5.00
Rotura filtro de agua							1.00	1.00
Fuga de combustible por la culata								0.00
Rotura de radiador		1.00				3.00		4.00
Fuga válvula rele	1.00				2.00			3.00
Caja neutralizada			1.00				1.00	2.00
Fuga de agua circuito de refrigeracion	3.00	2.00						5.00
Rotura de guardafango			2.00			3.00		5.00
Rotura turbo cargador	2.00			2.00			1.00	5.00
Fuga de aire de sistemas de frenos								0.00
Ruido de motor	2.00	1.00					1.00	4.00
Rotura de manguera				2.00		2.00		4.00
Ruido de transmision	1.00				1.00			2.00
Cambios duros		1.00						1.00
<b>ELECTRICAS</b>								
Alternador no carga	1.00		1.00			1.00		3.00
Vehiculo se apago y enciende				1.00				1.00
Vehiculo no acelera		1.00		1.00			1.00	3.00
Vehiculo se quedo sin luces	1.00					1.00		2.00
Vehiculo desforzado			1.00					1.00

Fuente: Empresa

Se puede identificar que es la unidad de placa F7Z 712 Volkswagen, modelo 17220 del año 2006, la que obtuvo el menor rendimiento a lo largo del año 2014, por lo que servirá como base para identificar los principales fallos y sistemas.

Tomando como base la Tabla 10 se realizará *el análisis de falla funcional* con los correctivos de mayor número de incidencias de la unidad F7Z 712:

- *Vehículo desforzado.*
- *Vehículo se apagó y no prende.*
- *Recalentamiento.*

Tabla Nro. 11: Fallas por unidad - Trimestral

Fallo Funcional	Modo de Fallo	Causas	Probabilidad	Severidad	Criticidad	Mantenimiento a implementar
Vehículo se apagó y no prende	Mecánico	Sin presión de aceite	0.2	4	0.80	Aceptar la falla
		Falla en bomba de combustible	0.5	10	5.00	Aceptar la falla
		Caducidad de bomba de combustible	0.5	4	2.00	Preventivo
		Manguera de combustible suelta	0.3	4	1.20	Preventivo
		Desajuste de filtro de combustible	0.1	5	0.50	Preventivo
		Fuga por la tapa de filtro de combustible	0.4	4	1.60	Revisión diaria, conductor
		Obstrucción de filtro de combustible	0.4	2	0.80	Aceptar la falla
		Falla total en bomba de combustible	0.7	8	5.60	Revisión diaria, conductor
		Alarma de bajo nivel de agua	0.6	5	3.00	Predictivo
	Eléctrico	Alternador no carga	0.8	7	5.60	Preventivo
		Fusible quemado	0.5	9	4.50	Revisión diaria, conductor
		Borne de batería roto	0.4	8	3.20	Revisión diaria, conductor
		Sensor de posición de motor sucio	0.4	8	3.20	Preventivo
		Reposición de válvula solenoide	0.5	9	4.50	Predictivo
		Bornes de batería sucio	0.4	4	1.60	Preventivo
		Motor de arranque suelto	0.4	5	2.00	Revisión diaria, conductor
		Cable de conexión a motor de arranque suelto	0.6	6	3.60	Revisión diaria, conductor
		Conector de nivel de agua desconectado	0.5	7	3.50	Preventivo
Recalentamiento	Mecánico	Cables en corto	0.6	8	4.80	Revisión diaria, conductor
		Fuga de bomba de agua	0.8	10	8.00	Aceptar la falla
		Manguera rota	0.7	5	3.50	Revisión diaria, conductor
		Radiador picado	0.4	6	2.40	Revisión diaria, conductor
		Empaque inferior de radiador suelto	0.8	5	4.00	Revisión diaria, conductor
		Tapa averiada de tanque evaporador	0.4	5	2.00	Aceptar la falla
		Bomba de agua averiada	0.4	8	3.20	Predictivo
radiador	Mecánico	Sensor de temperatura dañado	0.4	7	2.80	Aceptar la falla
		Objetos extraños	0.3	9	2.70	Revisión diaria, conductor
Caja neutralizada	Mecánico	Empaque inferior dañado	0.5	4	2.00	Revisión diaria, conductor
		Cambio de caja	0.2	8	1.60	Revisión diaria
		Horquilla de embrague	0.6	8	4.80	Aceptar la falla
		Rotura de tornillo de horquilla	0.7	9	6.30	Aceptar la falla
		Rotura de piñonera de caja	0.5	5	2.50	Aceptar la falla
Ruido de transmisión	Mecánico	Crucetas de cardán	0.5	6	3.00	Revisión diaria, conductor
		Desgaste de estribas de cardán	0.5	7	3.50	Revisión diaria, conductor

Por medio de este análisis es posible pasar a la toma de decisiones, y definir las acciones y el tipo de mantenimiento a adoptar con respecto a los sistemas, subsistemas, componentes del vehículo y situaciones que se pueden presentar; en el Anexo 3 se presentará más análisis de falla.

De la Tabla 11 es necesario revisar a detalle la columna Mantenimiento a implementar, con los mecánicos del área, para evaluar qué puntos deben ser incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo, los check diaria o semanales, revisiones externas, o si indefectiblemente son correctivos, etc.

Esto debido a que, si bien es cierto el ideal es poder mapear todo lo reportado, la realidad y el contexto dentro de la empresa obliga a tener que realizar un reajusto a los puntos a tratar como parte de un plan de mantenimiento estructurado.

Una de las principales conclusiones de este punto es lograr el involucramiento del personal operativo al momento de revisar sus unidades, se pudo identificar acciones en donde ellos mismos serán los encargados de la revisión como primer filtro antes de cada servicio; esto tendrá que ser acompañado de charlas mensuales por parte del personal de mantenimiento.

### **3.3.3. Periodicidad y programación de los mantenimientos:**

Es necesario elaborar un cronograma de control de los mantenimientos preventivos basado en las frecuencias requeridas por cada sistema de la unidad.

Estos mantenimientos programados se realizan con el personal de mantenimiento y otros tendrán que ser derivados a proveedores.

Se estableció que para el control de los km de las unidades, el supervisor de operaciones debe de reportar a inicio de semana el km de las unidades, con lo cual ingresando los datos se podrá calcular los km faltantes para su próximo mantenimiento preventivo, para poder programarlos con el área de Operaciones.

En el formato utilizado y enviado a los supervisores de las áreas, se podrá apreciar los colores verde que indicara que se tiene margen para el km y color rojo, indicando que en la semana entrante se vence el km para su mantenimiento próximo.

Este formato no solo ayudará para la programación semanal, sino que permite planificar para las próximas semanas ya que calcula el promedio recorrido de la unidad hasta la fecha, lo que da un estimado del recorrido semanal de la unidad.

Las frecuencias contempladas son en base a las recomendaciones de los fabricantes y al historial de mantenimientos que se tiene por unidad:

Se ha contemplado:

- Afinamiento (filtros)
  - Furgones (15 tn): 5 000 km
  - Tracto camión (30 tn): 15 000 km
- Eléctrico: 20 000 km
- Dirección: 20 000 km
- Frenos: 15 000 km
- Sistema de inyección: 100 000 km
- Sistema. hidráulico: rampa hidráulico 90 días
- Estructura: caja y alas de gaviota 60 días

Se sabe que todo camión viene con una plantilla de mantenimiento establecido de fábrica, lo que se busca con este Plan de Mantenimiento a implementar es aterrizar esta plantilla al contexto de operación de las unidades,

La plantilla a implementar que nace del cruce de información entre los fabricantes y los mecánicos de campo debe de estar ligada a las Alerta de alguna manera.

Tabla Nro. 12: Plantilla Maestra de Mantenimiento

Fuente: Autor

### 3.3.5. Programación y control de cumplimiento

#### Cuadro Maestro: Alerta de programación

La programación de los mantenimientos se realizará mediante este formato llamado Alerta de mantenimiento semanal, Esquema Nro.3.

La Alerta contempla todos los sistemas que mapeará el plan general de mantenimiento, afinamiento, sistema eléctrico, sistema de dirección, etc, por cada unidad de la flota de camiones, permitirá mediante la actualización semanal de los kilometrajes recorridos, o en algunos casos mediante intervalos de tiempo, saber el margen para realizar el próximo mantenimiento de cada sistema.

Permite actualizar el *recorrido promedio semanal* de la unidad, este será comparado respecto al *faltante* derivando en alerta que se mostrará mediante estos 2 colores:

- Verde: próximo mantenimiento fuera del promedio semanal.
- Rojo: próximo mantenimiento dentro del promedio semanal.

Esta alerta debe de actualizarse como ya se mencionó semanalmente y enviárselo a todos los supervisores de operaciones, de ser el caso de programar algún mantenimiento se podrá coordinar adecuadamente par que se cumplan sin afectar al área de operaciones.

El debido control y cumplimiento de la alerta semanal de mantenimientos preventivos es la base para un cumplimiento óptimo del plan a implementar.



**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

**CUADRO MAESTRO DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS**

Fecha de Emision de Reporte: .....

**Transporte**

Unidad	Km Actual	Prom. Sem.	Mant.	Frecuencia Mnto.	Ult Mantto	Fecha Ult. Mant.	Prox Mant.	Faltante	Alerta
VW 17-220 <b>F7Z-712</b>			Filtros	5000 km					
			Electrico	20000 km					
			Ejes y Dir.	20000 km					
			Frenos	20000 km					
			Inyectores	100000 km					
			Sist. Hidraulico	90 dias					
VW 17-220 <b>A4S-859</b>			Estructura	60 dias					
			Filtros	5000 km					
			Electrico	20000 km					
			Ejes y Dir.	20000 km					
			Frenos	20000 km					
			Inyectores	100000 km					
Mercedes 1720 <b>C2I-776</b>			Sist. Hidraulico	90 dias					
			Estructura	60 dias					
			Filtros	5000 km					
			Electrico	20000 km					
			Ejes y Dir.	20000 km					
			Frenos	20000 km					
Freightliner M2 <b>F9L-809</b>			Inyectores	100000 km					
			Sist. Hidraulico	90 dias					
			Estructura	60 dias					
			Filtros	5000 km					
			Electrico	20000 km					
			Ejes y Dir.	20000 km					
Freightliner M2 <b>F3Q-836</b>			Frenos	20000 km					
			Inyectores	100000 km					
			Sist. Hidraulico	90 dias					
			Estructura	60 dias					
			Filtros	5000 km					
			Electrico	20000 km					
Mack CXU613E <b>D4J-877</b>			Ejes y Dir.	20000 km					
			Frenos	20000 km					
			Inyectores	100000 km					
			Sist. Hidraulico	90 dias					
			Estructura	60 dias					
			Filtros	15000 km					
Mack CXU613E <b>C9H-723</b>			Electrico	20000 km					
			Ejes y Dir.	20000 km					
			Frenos	20000 km					
			Inyectores	100000 km					
			Sist. Hidraulico	90 dias					
			Estructura	60 dias					

Fuente: Autor

### 3.3.6. Formatos de control

Tiene como finalidad evidenciar la realización de los mantenimientos programados.

Será realizado por el mecánico encargado del mantenimiento y tendrá que tener conformidad por parte del conductor de la unidad.

- **SOS por mantenimiento preventivo:** Esquema Nro. 4

El contenido de este formato previene de la evaluación de los principales reportes de fallas, contiene los principales sistemas a revisar.

Se debe de tener en cuenta que estos formatos se deben completar al momento de realizar el mantenimiento por afinamiento de motor: filtros y aceites según plan y se revisara los puntos críticos de los otros sistemas, derivando a un proveedor especialista alguna observación encontrada de ser el caso.

Debe de ser completado por el mecánico de la empresa a cargo del mantenimiento y debe de tener el V°B° del conductor de la unidad.

- **SOS por mantenimiento correctivo:** Esquema Nro. 5

Será completado al momento de realizar un mantenimiento correctivo, se tendrá que identificar el sistema, subsistema y elemento o componente que fallo, esto permite que en cierto periodo de tiempo se analice las causas más recurrentes de los correctivos, para poder tomar acción sobre ello.

Debe de ser completado por el mecánico de la empresa a cargo del mantenimiento y debe de tener el V°B° del conductor de la unidad.

Esquema Nro. 4: SOS Preventivo

## SOS Preventivo Camiones

Según Plan Maestro de Mantenimiento de Unidades PM-LP/01

### 1. Unidad

Centro:	Transporte
Placa:	
Marca:	
Km.	
Mant. Prev.	

### 2. Datos

Fecha:	
# SOS:	
Hora Inicio:	
Hora Fin:	
Duración:	

### 3. Detalle de Mantenimiento:

R	MOTOR	OK	RP	RI	RESP.
	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR				
	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DE MOTOR				
	CAMBIO FILTROS COMBUSTIBLE				
	REEMP. ELEMS. FILTRO AIRE PRIMARIO				
	REEMP. ELEMS. FILTRO AIRE SECUNDARIO				
	INSPECCION TURBO				
	CALIBRACION DE VALVULAS				
	LIMPIEZA TANQUE DE COMBUSTIBLE				
	REVISION GRAL. HERMETICIDAD SISTEMA ADMISION				
	INSPECCION VISUAL DEL DAMPER				
	REVISION VENTILADOR DE MASA VISCOSA				
	CAMBIO LIQUIDO REFRIGERANTE				
	INSPECCION SOPORTE BASES DE MOTOR				
	INSPECCION DE TOBERAS				

R	EMBRAGUE	OK	RP	RI	RESP.
	REGULACION DE PEDAL DE EMBRAGUE				
	LUBRICAR COJINETA DE COLLARIN				
	EJE CARDAN				
	INSP. CRUCETAS, DADOS CRUCETAS				
	INSP. SOPORTE DE EJE CENTRAL				

R	LUBRICACION	OK	RP	RI	RESP.
	LUBRICACION GENERAL				

R	EJE CARDAN	OK	RP	RI	RESP.
	INSP. CRUCETAS, DADOS CRUCETAS				
	INSP. SOPORTE DE EJE CENTRAL				

R	EJE TRASERO	OK	RP	RI	RESP.
	REV. MUELLE Y PERCHAS Y TORQUES Y ALINEACION				
	REV. NIVEL DE ACEITE DE EJES TRASERO				
	CAMBIO DE ACEITE DE EJES TRASERO (85 W140)				
	CAMBIO DE FILTRO DE DIFERENCIAL (CORONA)				
	REVISAR RODAMIENTO DE 5 RUEDA				

R	FRENOS	OK	RP	RI	RESP.
	REVISION GENERAL				
	REEMP. FILTRO SECADOR AIRE COMPRESOR				
	REV. FUGAS AIRE SISTEMA				
	REGULACION DE FRENOS				

R	EJE DELANTERO	OK	RP	RI	RESP.
	INSPECCION: TERMINALES, DESGASTE EN BOCINAS,...				
	REVISION DE AMORTIGUADORES				
	ALINEACION Y BALANCEO RUEDAS DELANTERAS				
	AJUSTE Y LUBRIC. DE RODAMIENTOS				

R	DIRECCION	OK	RP	RI	RESP.
	REVISION DE MANGUERAS Y SUS CONEXIONES				
	CAMBIO DE ACEITE SIST. DIREC.				
	CAMBIAR FILTRO DE ACEITE DE DIRECCION				

R	TRANSMISION	OK	RP	RI	RESP.
	CAMBIO DE ACEITE				
	REVISION FUGAS ACEITE EN GENERAL				
	REVISION DE NIVEL ACEITE TRANSMISION				

R	SIST. REFRIGERACION	OK	RP	RI	RESP.
	LIMPIEZA DE RADIADOR				
	CAMBIO DE MANGUERAS				

R	SISTEMA ELECTRICO	OK	RP	RI	RESP.
	REVISION DE ALTERNADOR Y ARRANCADOR				
	MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR				
	MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR				
	FUNCIONAMIENTO LUCES GRAL.				
	INSP. Y AJUSTE DE BORNES BATERIA Y ARRANQUE				

R	RAMPA HIDRAULICA	OK	RP	RI	RESP.
	REVISION DE RAMPA HIDRAULICA				
	MANTENIMIENTO DE RAMPA HIDRAULICA				

R	CABINA	OK	RP	RI	RESP.
	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO				

### 4. Observaciones


Mantenimiento

Usuario Resp.

Código del Formato: R/03-POG-LP/01  
Revisión del Formato: 01

#### Leyenda

OK	Optimo
RP	Revision Proxima
RI	Revision Inmediata
RESP.	Responsable Mant.

Fuente: Autor

Esquema Nro. 5: SOS Correctivo

**SOS de Mantenimiento****FECHA****Hora****1. Datos Generales**

Centro:	Transporte
Unidad / Maquinaria:	
Marca:	
Km / Horometro:	
# SOS	

**2. Mantenimiento**

Correctivo:	
Motivo:	
Hora Inicio	
Hora Fin	
Duracion	

**3. Analisis del Incidente / Falla / Parada (Solo Equipo Seleccionado)**

Sistema	
Sub Sistema	
Elemento que fallo	
Motivo probable del problema	

**4. Trabajos a Realizar**

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

**5. Lista de Materiales**

It	Descripcion	Cantidad	Unidad
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**5. Observaciones Iniciales**

--

**6. Observaciones Finales**

--

---

**Mantenimiento**


---

**Usuario Resp.**

- **Orden de Trabajo**

Formato elaborado por el supervisor de operaciones, con la información de los check list reportados por los conductores, con este formato se solicitará al área de mantenimiento revisarlo los puntos reportados.

Esquema Nro. 6: Orden de Trabajo



**BEFESA**  
Código del Formato: R/01-IT-CO/06  
Revisión del Formato: 00

**Orden de Trabajo de Mantenimiento**

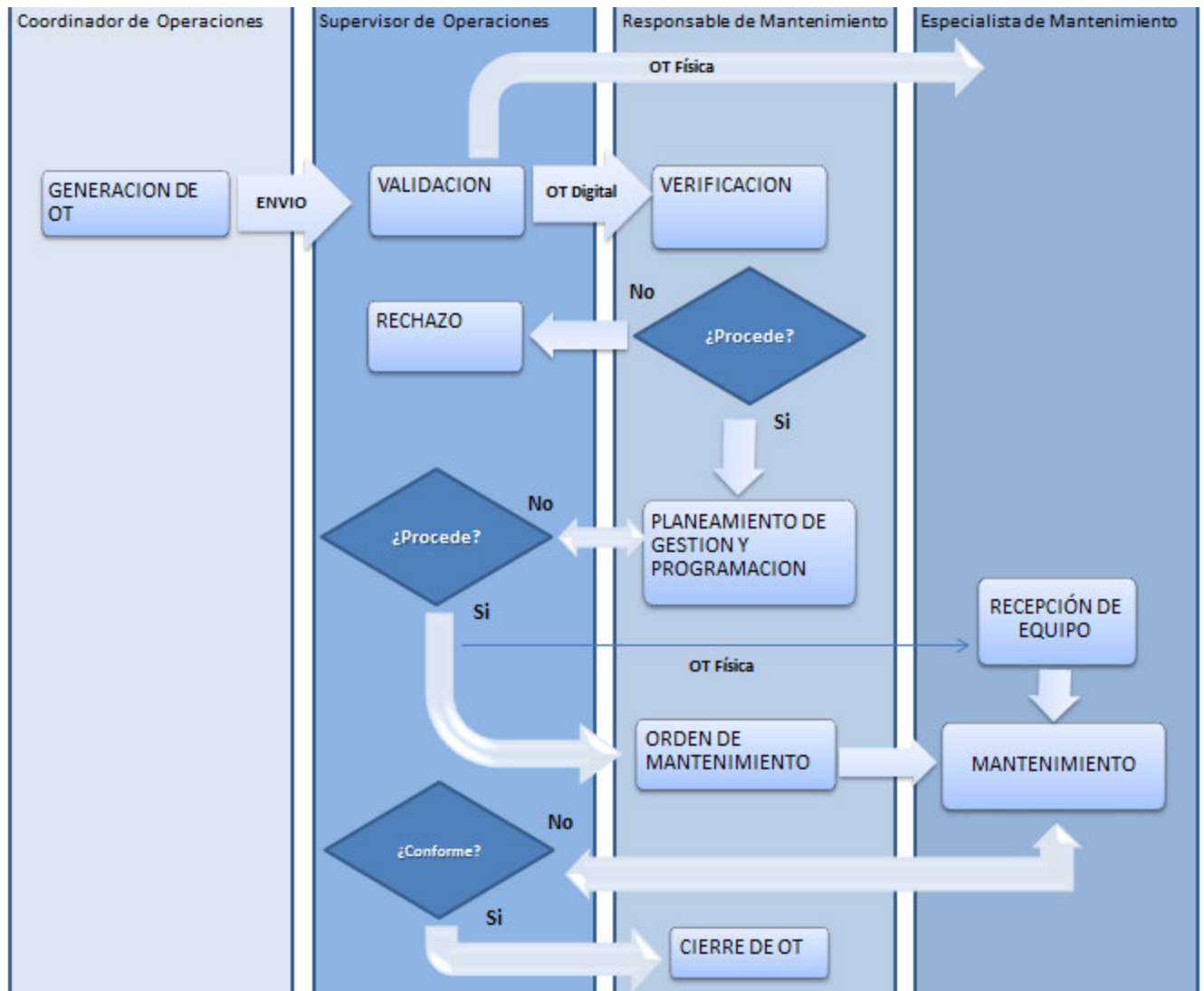
Nro de orden	Fecha y hora de solicitud	Solicitado por			
001	20/06/2016 - 15:00 hrs	Raysa Abregú			
Kilometraje / Horometro	617019				
Nombre del Equipo	Código del Equipo				
Unidad Vehicular F7Z712					
Tipo de trabajo a ejecutar	Tipo de mantenimiento				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánico (    )</li> <li>• Eléctrico ( X )</li> <li>• Otro (    )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correctivo ( X )</li> <li>• Preventivo (    )</li> <li>• Calibración (    )</li> </ul>				
<b>Trabajo solicitado</b>					
Revisión y reparación de las luces laterales de la unidad  Revisión y reparación de la luz baja del faro delantero derecho de la unidad					
<b>Trabajo ejecutado</b>					
<b>Recursos necesarios</b>					
Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción
Observaciones				Fecha y hora de inicio del Mantenimiento	
				Fecha y hora de termino del Mantenimiento	
Firma del mantenedor				Tiempo de ejecución del trabajo	

Fecha de Actualización del Formato: 11/12/15

Fuente: Autor

Se presenta el flujograma para la generación y cierre de las OT's reportados por el área de operaciones, como se podrá ver acá intervienen todos los actores del mantenimiento, por lo que una adecuada comunicación es fundamental para poder dar respuesta eficientemente.

Esquema Nro. 7: Flujo de OT



Fuente: Autor

- **Hojas de Verificación (Check List)**

La revisión diaria o check list tiene como finalidad la verificación previa y posterior de la unidad, permite que el conductor verifique que su unidad cuente con lo mínimo indispensable para que pueda realizar su recorrido.

La implementación de la cultura de los check list en los usuarios llevará a tener también una disciplina y orden en la operación creando una la cultura de aseguramiento de calidad y servicio.

Está conformada por los siguientes puntos:

**Información:**

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| • Hora            | • Lugar de destino |
| • Placa           | • Carga            |
| • Remolque        | • Fecha            |
| • Lugar de salida |                    |

**Documentos:**

- Certificado del MTC
- Inspección técnica de mercancías
- Autorización de la MML – Residuos
- Tarjeta de propiedad
- Inspección técnica de materiales peligrosos

- Autorización del Callao – Residuos
- Póliza SCTR
- Certificado de manejo
- Resolución de mat. peligrosos
- Plan de contingencias

### **Puntos a revisar en Unidad de Transporte:**

Estos puntos son los críticos dentro del check list, se debe de concientizar a los conductores que ellos son los primeros en poder detectar posibles fallas de la unidad que serán derivadas al área de mantenimiento para su evaluación posterior.

Tabla Nro. 13: Check List Unidades

<b>Alarma de retroceso</b>	<b>Llanta con repuesto</b>
<b>Arnés de altura</b>	<b>Llave de ruedas</b>
<b>Cable de batería</b>	<b>Luces de freno</b>
<b>Cable de remolque</b>	<b>Luces delanteras, de ruta y posterior</b>
<b>Cinturón de seguridad</b>	<b>Luces direccionales</b>
<b>Circulina estroboscópica</b>	<b>Luz de cabina</b>
<b>Conos con cintas reflectivas</b>	<b>Medidor de aire</b>
<b>Eslingas</b>	<b>Neblineros, faro pirata</b>
<b>Espejos retrovisores</b>	<b>Nivel y viscosidad de aceite de motor</b>
<b>Extintores</b>	<b>Parabrisas</b>
<b>Frenos (estacionamiento y regulares)</b>	<b>Refrigerante de radiador</b>
<b>Indicadores de tablero</b>	<b>Rombo NFPA y UN</b>
<b>Limpiaparabrisas / sistema de agua</b>	<b>Sistema de dirección</b>
<b>Linterna antiexplosiva</b>	<b>Tacos</b>
<b>Llanta con cocada</b>	<b>Tapasol</b>
	<b>Verificación de fugas de líquidos</b>



En el Anexo 6 se puede encontrar ejemplos de formatos completados por los conductores.

### **3.3.8. Gestión del recurso humano**

El plan de mantenimiento a implementar contempla en lo que respecta a la gestión de personal 2 puntos esenciales:

#### **Capacitación y concientización**

Uno de los puntos fundamentales para que todo plan de mantenimiento funciones de la mejor manera es que los actores principales tengan la capacidad:

- Se programarán capacitaciones internas, para el personal de mantenimiento de la empresa; estos se realizaran en las casas o concesionarios de las marcas de los camiones como parte del acuerdo comercial que se tiene.
- Se realizará exámenes teóricos de nociones básicas de mecánico, de manera semestral elaborado por nuestros propios mecánicos para el personal operativo, los resultados se anexaran a su fail así como los que resulten con menos de puntos (0 – 20 puntos) no podrán conducir hasta levantar las observaciones por la que se reprobó en campo.

- Cursos de Manejo defensivo: manejar defensivamente es conducir evitando accidentes a pesar de las acciones incorrectas de los demás y de las condiciones adversas.

Es simplemente el enfoque positivo de la conducción, significa mantener el control de su seguridad en sus propias manos, teniendo en cuenta todos los posibles riesgos que se presentan al conducir y la forma de evitarlos; es plantear la seguridad como un valor fundamental.

- Se debe de establecer objetivos a todo nivel para el personal de mantenimiento, y evaluar el cumplimiento de estos en un determinado periodo.
- Dentro de los objetivos que el área de operaciones establece a los conductores, debe de estar un punto relacionado a la cantidad de reportes mecánicos que presenta su unidad que previa evaluación mecánica, se haya encontrado cierta responsabilidad por parte del conductor.

Se propone que si en el 30% de reportes mecánicos correctivos, el conductor tuvo responsabilidad directa previa evaluación mecánica, se aplique los procedimientos de RRHH para las amonestaciones correspondientes; como ejemplo de objetivos para el personal de mantenimiento se puede encontrar en el Anexo 4.

## **Instructivos**

Es necesaria la revisión como área de mantenimiento de los procedimientos o instructivos de trabajo del área de operaciones así como la participación activa de la elaboración de adicionales que se crea conveniente implementar.

Algunos ejemplos de procedimientos operativos:

- Carga y descarga usando rampa hidráulica
- Carga y descarga de tolvas de intercambiadores
- Plan de acción en accidentes
- Control de peso en tolvas de camiones intercambiadores

Es necesario contar con un procedimiento interno de trabajo seguro, que debe ser elaborado por el área de seguridad y gestión conjuntamente con Operaciones.

Se debe de concientizar al personal operativo de la importancia de conservar su herramienta de trabajo en condiciones óptimas.

### **3.3.9. Relación con proveedores**

Dentro de las actividades de mantenimiento y teniendo en cuenta la logística con la que cuenta en la empresa para el área de mantenimiento; es necesario contar con proveedores que permitan cubrir con todos los mantenimientos que requieren y se encuentran en el plan de mantenimiento.

La consolidación de acuerdos comerciales con proveedores estratégicos será importante tanto en la parte operativa como en la misma gestión de mantenimiento, pudiendo conseguir beneficios en calidad del servicio o repuestos, mejoras en los precios, líneas de crédito y capacitaciones.

Se presenta algunas formas de afianzar los lazos con los proveedores:

- Mantener buenas relaciones: tratarlos cortésmente, cumplir puntualmente con los pagos, invitarlos a las actividades o eventos de la empresa, etc.
- Establecer una buena comunicación y coordinación: establecer canales adecuados de comunicación, hacerle los pedidos con anticipación, anticiparse a los problemas y resolverlos conjuntamente.

- Involucrarlos en los planes de la empresa: hacerle conocer los objetivos de la empresa, diseñar una planificación conjunta, comunicarle futuros requerimientos.
- Involucrarlos en los procesos de la empresa: hacerle conocer los procesos de la empresa, pedirles sugerencias para ser más eficientes.
- Establecer estrategias conjuntas: estrategias que permitan compartir conocimientos y recursos, y que tengan como objetivo el obtener mejoras y el desarrollo de ambos.
- Mantenerlos al tanto de los cambios del mercado, de las nuevas necesidades de los clientes; buscando una correcta retroalimentación.

Con la idea de mapear los principales sistemas de las unidades en el plan de mantenimiento, es necesario contar con estos proveedores especialistas en estos sistemas: dirección, sistema hidráulico, frenos; para poder derivar con ellos los mantenimientos que los mecánicos del área no puedan realizar debido principalmente a temas logísticos.

## 3.4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

### 3.4.1. Tiempo de para por mantenimiento

El indicador de operatividad de confiabilidad servirá para poder medir y evaluar la eficacia de la aplicación de plan general de mantenimiento propuesto.

La siguiente tabla muestra la evolución del indicador de los 2 últimos meses del 2015, que es donde se puede comenzar a evaluar su eficacia.

Tabla Nro. 14: Operatividad de unidades mensual

Mes	Noviembre				
Unidad	DT	DM	MP	MC	Observaciones
F7Z 712	24	3.0	3	0	filtros,1 ; frenos,2
	100%	13%	100%	0%	
A4S 859	24	1.0	1	0	afinamiento,1
	100%	4%	0%	0%	
F9L 809	24	11.0	3	8	aire acon,3 ; choque de capot,8
	100%	46%	27%	73%	
F3Q 836	24	2.0	1	1	filtros,1 ; llantas,1
	100%	8%	50%	50%	
D4J 877	24	1.0	1	0	filtros,1
	100%	4%	0%	0%	
C9H 723	24	5.0	5		filtros,1 ; frenos,1 ; ingreso a volvo,3
	100%	21%	100%	0%	
<b>Total Mes</b>	144	23	14	9	
	100%	<b>15.97%</b>	60.87%	39.13%	

Mes	Diciembre				
Unidad	DT	DM	MP	MC	Observaciones
F7Z 712	24	3.0	2	1	afinamiento:1, hidraulico:1, espejos:1
	100%	13%	67%	33%	
A4S 859	24	2.0	2		frenos:1, afinamiento:1
	100%	8%	100%	0%	
F9L 809	24	2.0	2		afinamiento:1, hidraulico:1
	100%	8%	100%	0%	
F3Q 836	24	1.0	1		enllante:1
	100%	4%	100%	0%	
D4J 877	24	4.0	4		estructura:3, afinamiento:1
	100%	17%	0%	0%	
C9H 723	24	5.0	3	2	hidraulico:3, estructura:2
	100%	21%	60%	40%	
<b>Total Mes</b>	144	17	14	3	
	100%	<b>11.81%</b>	82.35%	17.65%	

Fuente: Autor

**Leyenda:**

DT	días hábiles
HT	horas hábiles
DM	días en mantenimiento
HM	horas en mantenimiento
MP	mantenimiento preventivo
MC	mantenimiento correctivo

De manera anual, el indicador de confiabilidad fue el siguiente:

	<b>DT</b>	<b>DM</b>
<b>Acumulado</b>	<b>432.0</b>	<b>62.0</b>
<b>Prom. Anual</b>	<b>14.35%</b>	

El promedio obtenido se encuentra dentro del solicitado por gerencia (12%-18%), así mismo se reduce considerablemente respecto al del año 2014 que se tenía un porcentaje de 25%

### **3.4.2. Costo Evolutivo – Comparativo**

Se presenta el evolutivo de costos por mantenimiento de las unidades de transporte de los 2 últimos años, teniendo en cuenta la implementación del plan de mantenimiento para este 2015.

Se está considerado el costo total por año, y el evolutivo también por tipo de mantenimiento.

- Unidad: A4S 859**  
 Marca: Volkswagen  
 Modelo: 17 220  
 Año: 2009

Tabla Nro. 15: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	▼
Prioridad	A	▼
Equipo	A4S-859	▼

Suma de Gasto Total (S.		Tipo mant					
Año	Fecha Mes	Neumaticos	M. Preventivo	M. Correctivo	Lubricantes	Bateria	Total general
S/. 2,014.00 / Km	ene		1,794.05		789.21		2,583.26
	feb	6,564.15					6,564.15
	Abr	3,129.39	2,203.55	342.47	302.47		5,977.89
	jun		1,881.54	961.37		632.00	3,474.91
	jul			2,054.91			2,054.91
	sep		816.19	1,115.43			1,931.62
	oct		942.98	230.00	341.60		1,514.58
	nov		382.71	1,488.05			1,870.77
	dic	3,920.00			302.47		4,222.47
<b>Total 2014</b>		<b>13,613.54</b>	<b>8,021.03</b>	<b>6,192.23</b>	<b>1,735.75</b>	<b>632.00</b>	<b>30,194.56</b>
S/. 2,015.00 / Km	ene		524.70	1,235.19			1,759.89
	feb		1,235.00		1,237.00		2,472.00
	Abr		155.00	1,454.18	302.47		1,911.65
	may		510.51				510.51
	jun		438.67				438.67
	jul		401.02		610.84		1,011.85
	ago		253.05	1,016.61			1,269.67
	sep	1,162.50		394.07	91.64		1,648.22
	oct		534.82				534.82
	nov		478.89	602.14	356.66		1,437.69
	dic		2,168.39	296.08			2,464.47
<b>Total 2015</b>		<b>1,162.50</b>	<b>6,700.05</b>	<b>4,998.28</b>	<b>2,598.61</b>		<b>15,459.44</b>
<b>Total general</b>		<b>14,776.04</b>	<b>14,721.08</b>	<b>11,190.51</b>	<b>4,334.36</b>	<b>632.00</b>	<b>45,654.00</b>

Fuente: Autor



- Unidad: F7Z 712**  
**Marca: Volkswagen**  
**Modelo: 17 220**  
**Año: 2006**

Tabla Nro. 16: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	▼
Prioridad	A	▼
Equipo	F7Z-712	▼

Suma de Gasto Total (\$.		Tipo mant				
Año	▼ Fecha Mes	▼ Neumaticos	M. Preventivo	M. Correctivo	Lubricantes	Total general
S/. 2,014.00 / Km	ene	2,135.06	1,723.27	840.00	789.21	5,487.54
	feb			9,717.20		9,717.20
	Abr		1,653.07	472.47	302.47	2,428.01
	may		272.60	69.60		342.20
	jun	3,120.00		7,385.69	302.47	10,808.16
	jul			16.00		16.00
	ago			158.00		158.00
	sep			298.37	561.23	859.60
	oct			3,065.26	341.60	3,406.86
	nov		481.21	275.00		756.21
	dic		396.80	4,022.20	302.47	4,721.47
<b>Total 2014</b>		<b>5,255.06</b>	<b>4,526.96</b>	<b>26,319.78</b>	<b>2,599.45</b>	<b>38,701.25</b>
S/. 2,015.00 / Km	ene		569.62	45.20		614.82
	feb		1,445.00	1,555.00		3,000.00
	mar		1,250.03	9,009.63		10,259.66
	Abr		1,602.76		302.47	1,905.23
	may		510.51			510.51
	jun		373.67	155.00		528.67
	jul		829.00		610.84	1,439.84
	ago		1,439.27	547.70		1,986.97
	sep		44.28	548.70	91.64	684.62
	oct	4,650.00	373.00			5,023.00
	nov		957.78		557.76	1,515.54
	dic		3,496.78	2,517.20		6,013.98
<b>Total 2015</b>		<b>4,650.00</b>	<b>12,891.70</b>	<b>14,378.43</b>	<b>1,562.72</b>	<b>33,482.85</b>
<b>Total general</b>		<b>9,905.06</b>	<b>17,418.66</b>	<b>40,698.22</b>	<b>4,162.17</b>	<b>72,184.10</b>

Fuente: Autor

Observaciones:



2015

A la unidad se le realizó un mantenimiento general a la caja del furgón en el mes de marzo debido a que se encontraba en muy malas condiciones.

- Unidad: C2I 776**  
**Marca: Mercedes Benz**  
**Modelo: 17 20**  
**Año: 2007**

Tabla Nro. 17: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	<input type="text"/>
Prioridad	A	<input type="text"/>
Equipo	C2I-776	<input type="text"/>

Suma de Gasto Total (\$.		Tipo mant						Total general
Año	Fecha Mes	Neumaticos	M. Preventivo	M. Correctivo	Lubricantes	Bateria		
S/. 2,014.00 / Km	ene		833.60			789.18		1,622.78
	mar						3,129.39	3,129.39
	Abr		2,573.54			604.94		3,178.49
	may		6,689.52					6,689.52
	jun		1,444.80	445.47				1,890.27
	jul	7,384.38		3,480.00				10,864.38
	ago			6,792.01				6,792.01
	sep			1,051.48			547.40	1,598.88
	oct		324.52	709.34		294.00		1,327.86
	nov		1,440.55	2,275.98				3,716.53
	dic			172.41		302.47		474.88
Total 2014		7,384.38	13,306.53	14,926.69	1,990.59	3,676.79		41,284.99
S/. 2,015.00 / Km	ene		524.70	397.53				922.23
	feb					1,221.00		1,221.00
	mar			38.14				38.14
	Abr		675.35			302.47		977.82
	jun		2,126.68	15,500.00				17,626.68
	jul		426.93			610.84		1,037.77
	ago		2,594.63	16.95				2,611.58
	sep		323.95	476.59		91.64		892.19
	oct		11,013.02					11,013.02
	nov		768.80			157.08		925.88
	dic		466.60					466.60
Total 2015			18,920.66	16,429.21	2,383.03			37,732.90
Total general		7,384.38	32,227.19	31,355.90	4,373.62	3,676.79		79,017.89

Fuente: Autor

### Observaciones:



2015

A la unidad se le realizó cambio de rampa hidráulica en el mes de junio, debido a que la que tenía no soportaba carga y tenía una antigüedad de casi 5 años.

- Unidad: F9L 809**

Marca: Frightliner

Modelo: M2106

Año: 2008

Tabla Nro. 18: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	<input type="text"/>
Prioridad	A	<input type="text"/>
Equipo	F9L-809	<input type="text"/>

Suma de Gasto Total (\$.		Tipo mant		M. Preventivo	M. Correctivo	Lubricantes	Bateria	Total general
Año	Fecha Mes	Neumaticos						
S/. 2,014.00 / Km	ene			727.80	920.61			1,648.42
	feb			2,477.50				2,477.50
	mar			1,498.81				1,498.81
	Abr			1,426.15		302.47		1,728.62
	may			634.32				634.32
	jun	2,406.00		722.29	34.61	302.47	602.62	4,067.98
	jul				162.74			162.74
	ago			553.92				553.92
	sep					561.23		561.23
	oct	4,168.98		105.93	4,661.00	341.60		9,277.51
	nov			438.56	400.00			838.56
	dic					302.47		302.47
<b>Total 2014</b>		<b>6,574.98</b>		<b>8,585.28</b>	<b>6,178.96</b>	<b>1,810.24</b>	<b>602.62</b>	<b>23,752.08</b>
S/. 2,015.00 / Km	ene			524.70	396.24			920.95
	feb					150.00	450.00	600.00
	Abr			1,381.61	2,728.00	302.47		4,412.08
	may			273.42				273.42
	jun			676.11	2,967.12			3,643.23
	jul	3,491.15		399.36		610.84		4,501.34
	ago			651.00				651.00
	sep			1,571.02	3,391.43	91.64		5,054.09
	oct			184.45				184.45
	nov					79.76		79.76
	dic			2,211.47				2,211.47
<b>Total 2015</b>		<b>3,491.15</b>		<b>7,873.13</b>	<b>9,482.79</b>	<b>1,234.72</b>	<b>450.00</b>	<b>22,531.79</b>
<b>Total general</b>		<b>10,066.13</b>		<b>16,458.42</b>	<b>15,661.76</b>	<b>3,044.96</b>	<b>1,052.62</b>	<b>46,283.87</b>

Fuente: Autor

### Observaciones:



2014

A la unidad en el mes de octubre del 14, por una mala operación sufrió un desbalance al momento de levantar una tolva lo que provoco daños en todo el chasis del brazo del levante, que fue reparado; a la vez se abrió una IRP a través del SIG hacia el área de operaciones como medida de control.

- Unidad: D4J 877**  
 Marca: Mack  
 Modelo: CXU613E  
 Año: 2008

Tabla Nro. 19: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**  
 Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	
Prioridad	A	

Suma de Gasto Tr				Tipo mant					
Equipo	Año	Fecha Mes	Bateria	Lubricantes	M. Correctivo	M. Preventivo	Neumaticos	Total general	
D4J-877	S/. 2,014.00 / Km	Ene		1,058.18	245.87	616.88	10,103.74	12,024.67	
		Feb			937.08			937.08	
		Abr			604.94	760.00		1,364.94	
		May			513.74	1,907.67	2,789.02	5,210.44	
		Jun	942.40	302.47	1,172.52	130.00		2,547.39	
		Jul			104.72	554.68		659.40	
		Ago			7,252.00			7,252.00	
		Sep		962.14				962.14	
		Oct		585.20	904.96	1,280.00		2,770.16	
		Nov			1,638.00	1,186.42		2,824.42	
		Dic		302.47	60.00			362.47	
<b>Total 2014</b>			<b>942.40</b>	<b>3,210.45</b>	<b>13,433.83</b>	<b>6,435.65</b>	<b>12,892.77</b>	<b>36,915.10</b>	
	S/. 2,015.00 / Km	Ene			287.53	524.70		812.23	
		Feb	910.72	239.88		1,948.85		3,099.44	
		Mar					12,252.69	12,252.69	
		Abr		302.47	2,492.99	155.00		2,950.46	
		May				4,733.46	2,971.04	7,704.50	
		Jun			68.32	1,260.00		1,328.32	
		Jul		610.84	7,314.45	960.62		8,885.90	
		Ago				796.95		796.95	
		Sep		91.64	509.08	2,058.00	1,322.03	3,980.76	
		Oct			806.00	1,217.22		2,023.22	
		Nov		79.76	209.22	1,488.00		1,776.98	
		Dic			4,941.40	21.60		4,963.00	
<b>Total 2015</b>			<b>910.72</b>	<b>1,324.59</b>	<b>16,628.99</b>	<b>15,164.39</b>	<b>16,545.76</b>	<b>50,574.45</b>	
<b>Total general</b>			<b>1,853.11</b>	<b>4,535.05</b>	<b>30,062.82</b>	<b>21,600.04</b>	<b>29,438.53</b>	<b>87,489.55</b>	

Fuente: Autor

### Observaciones:



2015

A la unidad se le compro 8 llantas nuevas para el eje de tracción, tenía un km recorrido de casi 95 000 km.

- Unidad: C9H 723**  
  
 Marca: Mack  
  
 Modelo: CXU613E  
  
 Año: 2012

Tabla Nro. 20: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	
Prioridad	A	

Suma de Gasto Tr			Tipo mant						
Equipo	Año	Fecha Mes	Bateria	Lubricantes	M. Correctivo	M. Preventivo	Neumaticos	Total general	
C9H-723	S/. 2,014.00 / Km	Ene		1,724.66		620.82		2,345.48	
		Mar			4,536.00			4,536.00	
		Abr			604.94	2,908.66	2,313.58	5,827.19	
		May				2,664.47		2,664.47	
		Jun		302.47	675.48			977.95	
		Jul			2,539.29	2,071.05	5,694.98	10,305.31	
		Sep	942.40		1,260.50			2,202.90	
		Oct		585.20	1,480.19			2,065.39	
		Nov				3,669.63		3,669.63	
		Dic		302.47	160.44			462.91	
<b>Total 2014</b>			<b>942.40</b>	<b>2,914.80</b>	<b>11,256.84</b>	<b>11,934.63</b>	<b>8,008.56</b>	<b>35,057.23</b>	
	S/. 2,015.00 / Km	Ene		245.76	22.19	931.05		1,199.00	
		Feb	2,814.06		262.01	704.72		3,780.79	
		Mar				584.38		584.38	
		Abr		302.47		155.00	2,971.04	3,428.51	
		May				4,957.29		4,957.29	
		Jun				373.67		373.67	
		Jul		1,129.84	306.00	607.66	330.50	2,374.00	
		Ago				294.50		294.50	
		Sep		91.64		2,944.66	1,322.03	4,358.34	
		Oct				2,765.36		2,765.36	
		Nov		79.76				79.76	
		Dic				617.62		617.62	
<b>Total 2015</b>			<b>3,059.82</b>	<b>1,603.72</b>	<b>590.20</b>	<b>14,935.92</b>	<b>4,623.57</b>	<b>24,813.23</b>	
<b>Total general</b>			<b>4,002.21</b>	<b>4,518.52</b>	<b>11,847.04</b>	<b>26,870.55</b>	<b>12,632.13</b>	<b>59,870.46</b>	

Fuente: Autor

### Observaciones:



2015

En el mes de mayo ingresó a la casa, para realizarle una revisión general en temas eléctricos.

- **Unidad: F3Q 836**

Marca: Freightliner

Modelo: M2106

Año: 2013

Tabla Nro. 21: Costo Anual de Mantenimiento

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

CECO	Transporte	
Prioridad	A	

Suma de Gasto Tr		Tipo mant				
Equipo	Año	Fecha Mes	Lubricantes	M. Correctivo	M. Preventivo	Total general
F3Q-836	S/. 2,014.00 / Km	Ene	920.61		756.80	1,677.41
		Abr		628.94	2,651.41	3,280.35
		May		197.20		197.20
		Jun	302.47	817.23		1,119.70
		Jul		6,231.95		6,231.95
		Ago		1,452.80	553.92	2,006.72
		Sep	561.23			561.23
		Oct	341.60	662.64	1,280.83	2,285.07
		Nov		125.44	427.05	552.49
		Dic	302.47	480.00		782.47
<b>Total 2014</b>			<b>2,428.39</b>	<b>10,596.20</b>	<b>5,670.02</b>	<b>18,694.61</b>
	S/. 2,015.00 / Km	Ene			524.70	524.70
		Feb			660.00	660.00
		Abr	302.47		768.56	1,071.03
		May		3,980.09	273.42	4,253.51
		Jun		401.76	150.00	551.76
		Jul	610.84	310.00	233.00	1,153.83
		Ago			2,573.00	2,573.00
		Sep	91.64		686.07	777.71
		Oct			526.75	526.75
		Nov	356.66		2,377.70	2,734.36
		Dic		894.85	527.27	1,422.11
<b>Total 2015</b>			<b>1,361.61</b>	<b>5,586.70</b>	<b>9,300.47</b>	<b>16,248.77</b>
<b>Total general</b>			<b>3,789.99</b>	<b>16,182.90</b>	<b>14,970.49</b>	<b>34,943.38</b>

Fuente: Autor

Observaciones:

La unidad tiene 2 años en operación, por lo que es la que menos gasto de mantenimiento representa.

### 3.4.3 Control de insumos principales

Se analizará el control de los insumos principales usados por el personal de mantenimiento.

- Filtros para afinamiento**

Se ha levantado la información respecto a los filtros que necesitan las unidades para los mantenimientos preventivos:

Tabla Nro. 22: Filtros de unidades - Compras

Marcas	Descripción	Códigos	Mant. Preventivos	
			2014 (jgos)	2015 (jgos)
Volkswagen	Filtro de Aceite de Motor	LF3000 / P553000	12	16
	Filtro de Combustible	FF42000 / P553004	12	16
	Filtro de Combustible Separador	LFWP2830 LYS	12	16
	Filtro de Agua	WF2072 / WF2071	12	16
	Filtro de Aire Primario Fram	AF25997 / P618941	12	16
	Filtro de Aire Secundario SY	AF26211	12	16
	Filtro Hidráulico	HF6162 / P550309	8	2
Mercedes	Filtro de Aceite de Motor	LF702 / P553871	7	8
	Filtro de Combustible Separador	FS19820 / PS9028	7	8
	Filtro de Aire Primario	AF25997 / P618941	7	8
	Filtro de Aire Secundario	AF26211 / CA5626PU	7	8
	Filtro de Dirección	HF6162 / P550309	12	-
	Filtro de Aceite Hidráulico	BT9388 / HF35476	7	8
Frightliner	Filtro de Aceite de Motor	LF3914 / P550761	22	26
	Filtro de Combustible	FF5380 / P550632	22	26
	Filtro Separador de Combustible	FS19932/FS19593	22	26
	Filtro de Aire	AF26154 / P607955	22	26
	Filtro de Aceite de Corona	LF689 / P552518	8	-
	Filtro de Dirección	BT9388	16	8
	Filtro Secador de Aire	AF27817 / P781466	22	25
Mack	Filtro Aceite de Motor	LF9667 / LF3379	18	26
	Filtro de Combustible	FF254 / FF5507	18	24
	Filtro de combustible Separador	21139 / P552020	10	12
	Filtro de Aceite By Pass	LF6354	10	12
	Filtro de Aire	AF26363 / EAF5114	10	12

Fuente: Autor

La idea es adquirir estos insumos en los concesionarios de las marca de camiones, lo que garantiza filtros de calidad causando en el futuro una mayor vida útil para el motor.

Teniendo como premisa la compra de filtros originales, también se tiene mapeado estos filtros en código alternativos, como medida de contingencia ante cualquier eventualidad, Tabla 22.

- **Baterías:**

Se debe de tener registrado el listado de baterías de las unidades y se ha proyectado el cambio que corresponde teniendo como promedio de año y medio para el cambio.

La idea es buscar estandarizar en todas las unidades una misma marca de batería para lo cual se buscara lograr una acuerdo con proveedores con el fin de lograr beneficios para la empresa.

Tabla Nro. 23: Registro de Baterías

**BEFESA PERU**

Area de Mantenimiento

### Registro de Baterias

Centro	Unidad	Número de Baterías	Marca	Amperaje	Medidas: largo-ancho- alto	Número de Placas	Fecha de Instalación	Próximo Cambio
Transporte	C2I-776	1	ETNA	140AH	33.0/17.0/22.0	23	Sep-14	Sep-16
	F9L-809	2	ETNA	120A	32.7/17.0/21.5	15	Jun-14	Jun-16
	D4J-877	3	BULLDOG	120A	33.0/17.0/22.0	23	Sep-14	Sep-16
	C9H-723	3	BULLDOG	120A	33.0/17.0/22.0	23	Sep-14	Sep-16
	A4S-859	1	ETNA	140AH	32.7/17.0/21.5	23	May-14	May-16
	F7Z-712	1	ETNA	140AH	32.7/17.0/21.5	23	Dic-13	Dic-15
	F3Q-836	2	ETNA	120A	32.7/17.0/21.5	15	Ene-14	Ene-16

Fuente: Autor



- **Consumo de Lubricantes**

Se analizará el consumo del aceite de motor para los afinamientos:

Tabla Nro. 24: Registro de comprar Aceite de motor 15W40

### Compras Anual de Aceite 15W40

Año	Fecha	Cilindros	Proveedor	P.U. ( \$ )	P.T (\$)	P.T. (\$/.)
2014	27/01/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	4419.0
	15/04/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	4419.0
	16/06/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	4419.0
	28/08/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	4419.0
	23/09/2014	2	Pimentel	783.9	1567.8	4389.8
	22/10/2014	2	Pimentel	783.9	1567.8	4389.8
	12/12/2015	1	Pimentel	783.9	783.9	2194.9
	<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>5508.14</b>	<b>10232.38</b>	<b>S/. 28,650.66</b>
2015	12/01/2015	2	Pimentel	780.57	1561.14	4839.5
	31/03/2015	2	Pimentel	780.57	1561.14	4839.5
	12/06/2015	2	Pimentel	780.57	1561.14	4839.5
	17/08/2015	1	Pimentel	780.57	780.57	2419.8
	13/10/2015	2	Lubcom	640	1280	3968.0
	13/10/2015	2	Lubcom	640	1280	3968.0
	<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>4402.28</b>	<b>8023.99</b>	<b>S/. 24,874.37</b>

**Descripción**

*Aceites para motores diesel se utiliza para los mantenimientos de motor  
Frecuencia cada 250 hr o según información de los fabricantes.*

El consumo de aceite de motor 15W40 se redujo de 13 cilindros a 11 cilindros, esto explicado en el uso eficiente al momento de realizar los mantenimientos preventivos

En cuestión del costo, el 2015 se tuvo un ahorro del 13% respecto al año 2014, esto explicado en las mejoras del precio que se logra al llegar un acuerdo con los proveedores, Anexo 7.

### 3.5. RESULTADOS

Los resultados de aplicar el plan general de mantenimiento a las unidades se puede obtener de 2 maneras: costo y tiempo.

Estas 2 variables permitirán identificar que tan eficiente es poner en práctica la implementación del plan de mantenimiento para la empresa.

#### Costos de mantenimiento del año 2014 vs 2015:

Como se puede apreciar en la Grafica 7 el costo total por el mantenimiento general de las unidades de transporte (7 camiones) ha tenido en total un ahorro de casi S/. 25 000, representando el 89% del costo total del año 2014.

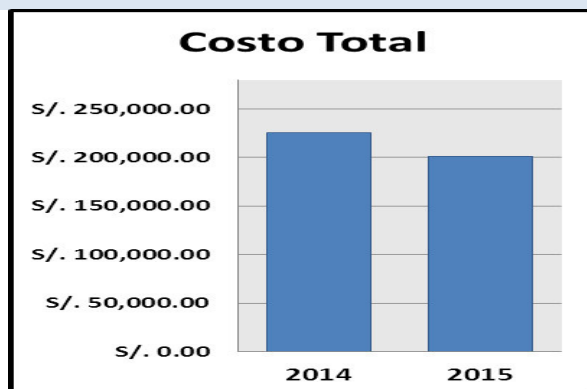
Gráfica Nro. 7: Costo de mantenimiento anual

**BEFESA PERU**

Área de Mantenimiento

CECO	Transporte
Prioridad	A
Equipo	(Todas)

Año	Suma de Gasto Total (S./)
S/. 2,014.00 / Km	225,652.17
S/. 2,015.00 / Km	200,843.44
<b>Total general</b>	<b>426,495.60</b>



Fuente: Autor

Con la finalidad de obtener tendencia de costos de mantenimiento, se ha realizado la división de manera trimestral, lo que nos permitirá apreciar en que parte del año los mantenimientos en general se acentúan.

Gráfica Nro. 8: Costo Trimestral por Mantenimiento

**BEFESA PERU**  
Área de Mantenimiento

CECO Prioridad Equipo	Transporte A (Todas)
-----------------------------	----------------------------

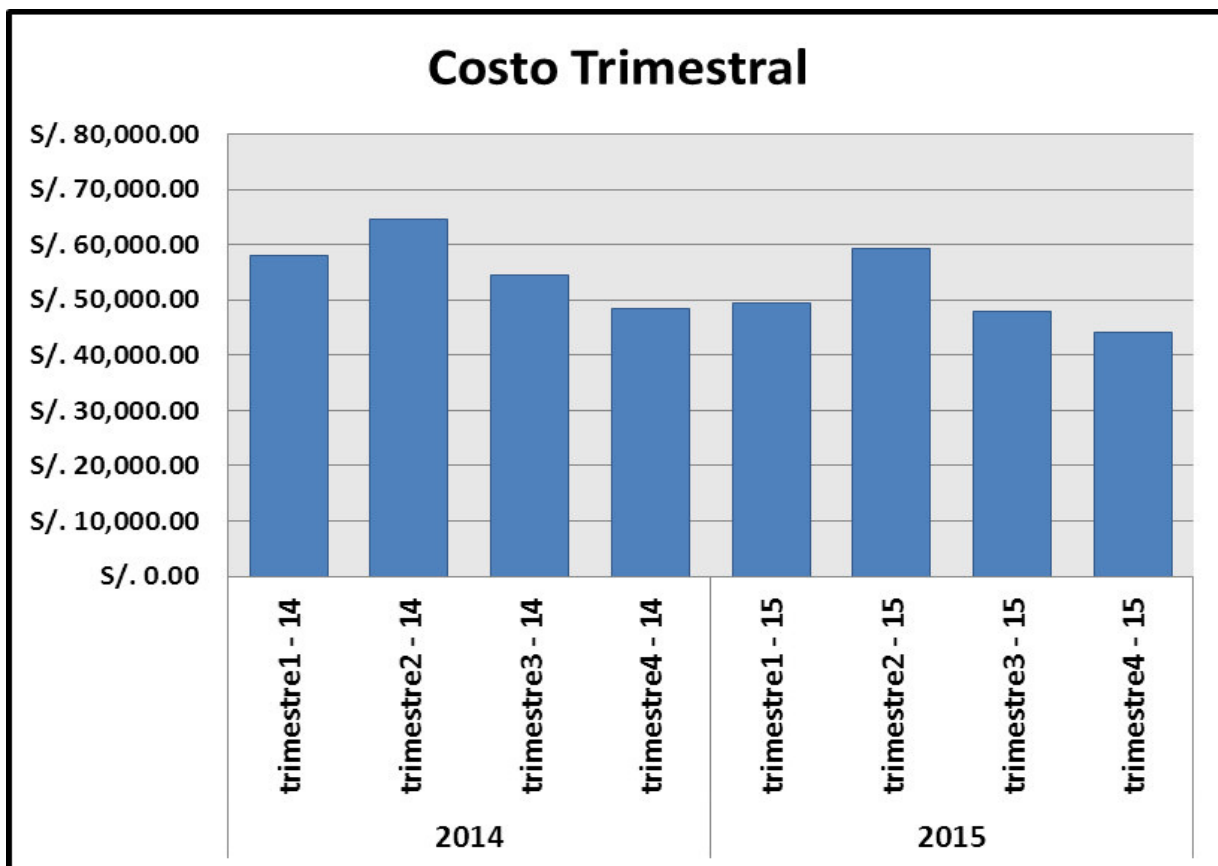
Año	Trimestre	Suma de Gasto Total (S./)
<b>S/. 2,014.00 / Km</b>	trimestre1 - 14	58,091.97
	trimestre2 - 14	64,517.95
	trimestre3 - 14	54,580.81
	trimestre4 - 14	48,461.44
<b>Total 2014</b>		<b>225,652.17</b>
<b>S/. 2,015.00 / Km</b>	trimestre1 - 15	49,378.63
	trimestre2 - 15	59,357.54
	trimestre3 - 15	47,984.13
	trimestre4 - 15	44,123.13
<b>Total 2015</b>		<b>200,843.44</b>
<b>Total general</b>		<b>426,495.60</b>

Fuente: Autor

En el Gráfico 9 siguiente se aprecia que en el 2° Trimestre de los 2 años en evaluación el costo de los mantenimientos tienda a subir (tanto del 2014 y 2015) y que es el 4° Trimestre es en donde se realiza un menor gasto.

Esto se puede explicar debido a que es la parte del año donde el número de servicios de transporte de residuos industriales aumenta, y donde lógicamente se tiene el presupuesto con margen mínimo.

Gráfica Nro. 9: Costo Trimestral por Mantenimiento

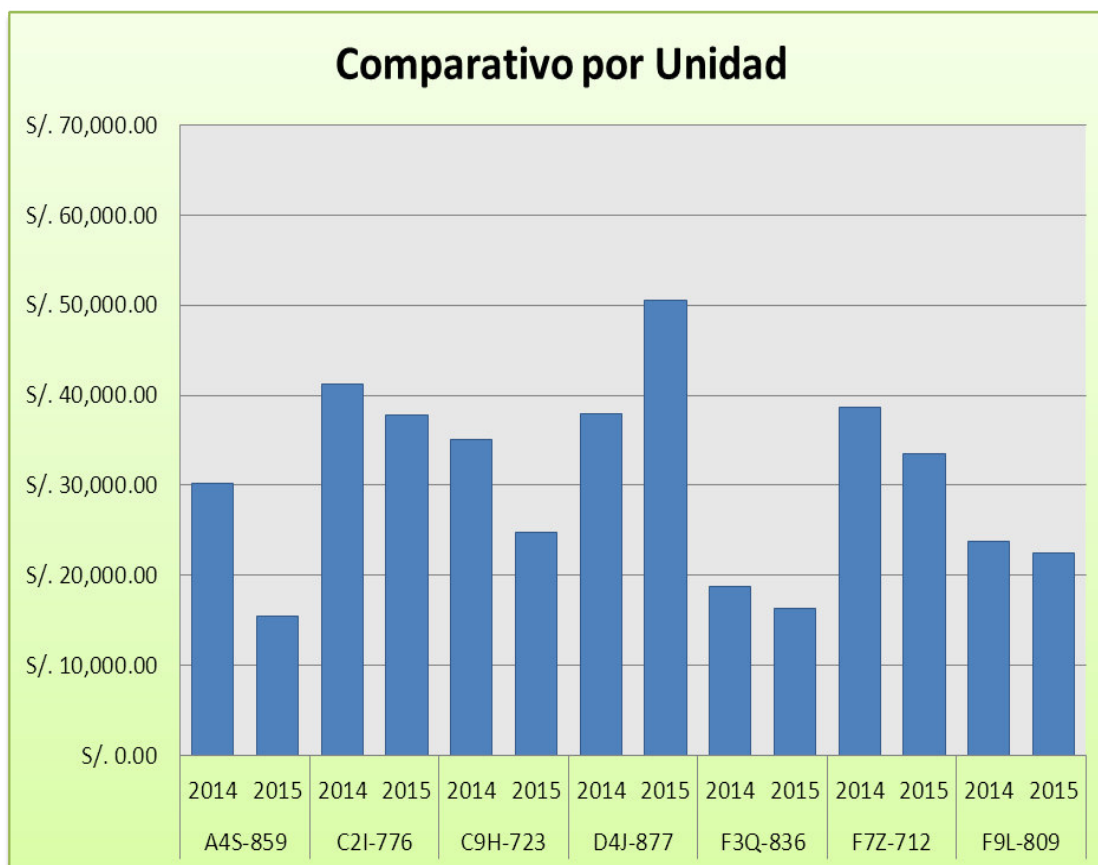


Fuente: Autor

Este gráfico también nos ayuda a justificar frente a gerencia la época en la cual podemos y se necesite realizar algún mantenimiento mayor a las unidades.

El siguiente gráfico nos muestra el comparativo de costo de mantenimiento por unidad entre los años 2014 y 2015.

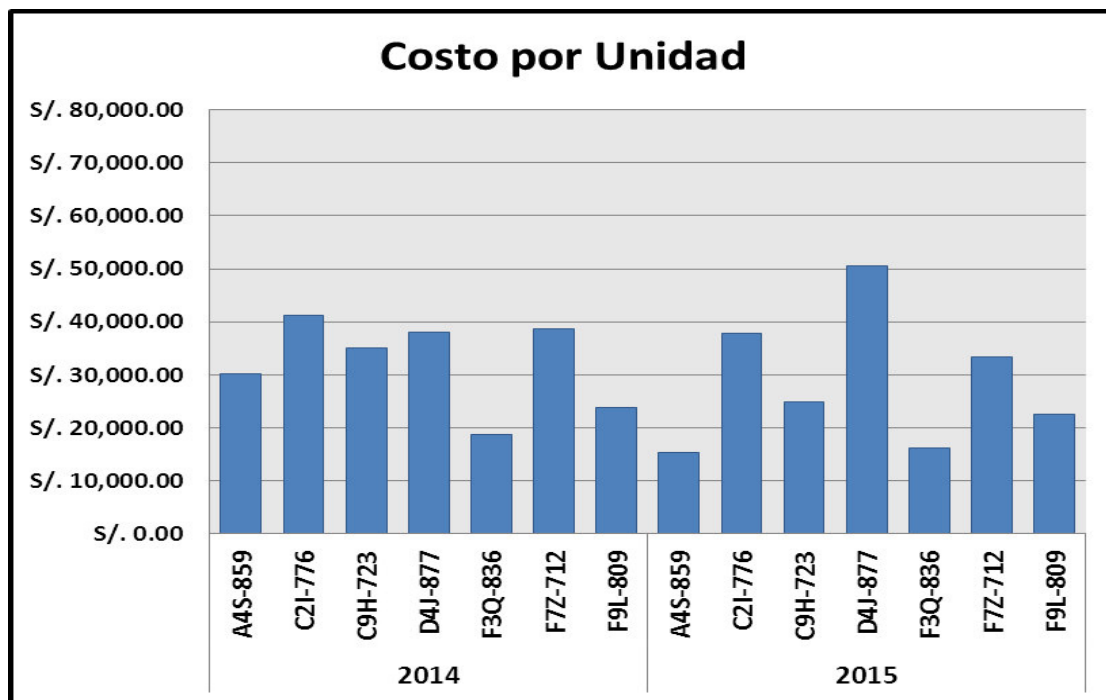
Gráfica Nro. 10: Costo Comparativo por unidad anuales



Fuente: Autor

Como se podrá apreciar, en 6 de las 7 unidades ha habido una disminución del costo de mantenimiento, cerca del 12%.

Gráfica Nro. 11: Costo Trimestral por Mantenimiento



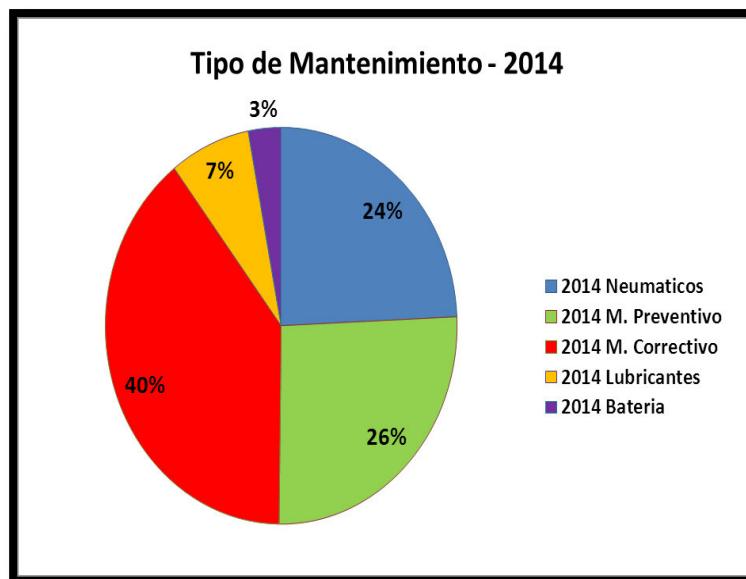
Fuente: Autor

Se ha logrado reducir el costo de mantenimiento correctivo de 40% del total del costo del año a un 34%, y ampliar el mantenimiento preventivo del 26% al 43%; tomando en cuenta todas las ventajas de los mantenimientos preventivos frente a los correctivos se puede apreciar una mejor eficiencia del mantenimiento en el año 2015.

Los siguientes Gráficos 12 y 13 muestran como ha sido la distribución del costo de mantenimiento entre los años 2014 y 2015.

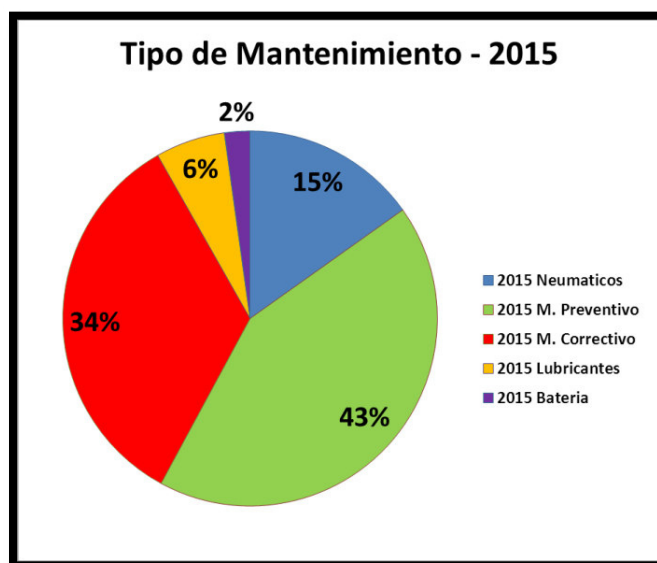
Se puede apreciar que ha habido una disminución del mantenimiento correctivo en 6% lo que indica de alguna forma que se está centralizando en realizar mayor mantenimientos preventivos que correctivos, y que esto impactara también en los tiempos de parada de las unidades por en la disminución de mantenimientos correctivos.

Gráfica Nro. 12: Costo por Tipo de Mantenimiento 2014



Fuente: Autor

Gráfica Nro.13: Costo por Tipo de Mantenimiento 2015



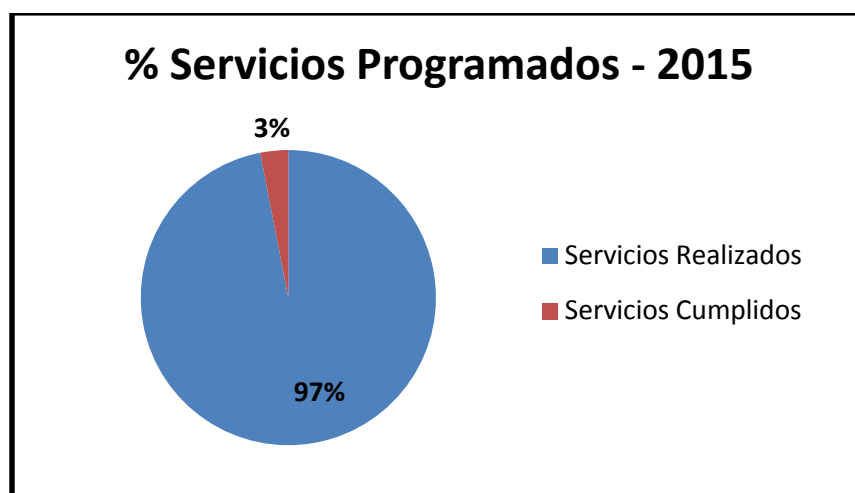
Fuente: Autor

El siguiente indicador que demuestra una mejora con la aplicación del plan es el tiempo en operaciones, específicamente el tiempo de parada por mantenimiento no programado, que es la afecta directamente a los clientes ya que ocurren generalmente en pleno servicio.

Respecto al años 2015, según estadísticas brindadas por el área de operaciones, los servicios incumplidos por fallas mecánicas han disminuido del 8% al 3%, sabiendo muy bien que lo principal para la empresa es la imagen que nuestros clientes tiene es importante haber disminuido este indicador.



Gráfica Nro.14: Costo por Tipo de Mantenimiento 2015



Fuente: Autor

La Gráfica 14 va de la mano con el anterior indicador donde se aprecia disminución en costo por mantenimiento correctivo.

Ahora hay que tener en cuenta, los mantenimientos correctivos siempre van a ocurrir, pero la idea es disminuirlos lo más que se pueda, tratar de controlar los sistemas que puedan fallar y que pongan inoperativa la unidad en un servicio.

Otro punto importante para la mejora de este indicador es la coordinación entre mantenimiento y operaciones, y la buena comunicación conductor-supervisor-responsable-mecánicos.

## CONCLUSIONES GENERALES

- La estructura de los registros de información y formatos de un Programa de Mantenimiento, pueden variar según el tipo de unidades que presenta la flota, debido a las diferencias de diseño, medición de frecuencias, complejidad y logística del taller, etc.
- La implementación de este programa de mantenimiento ha logrado obtener una tendencia de ahorro del gasto por mantenimiento respecto al del año pasado.
- Las paradas no programadas de las unidades han disminuido de 24% a un 15%.
- La implementación de un plan de mantenimiento permitirá realizar una mejor estimación para proyectar el presupuesto para mantenimiento del próximo año.
- En los análisis de falla realizados se encontró que el componente de mayor cantidad de fallas fue el alternador, por lo que se plantea una rutina preventiva de reparación, dentro del mantenimiento del sistema eléctrico.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario concientizar al personal operativo de la importancia de realizar un check list correcto y que se ajuste a la verdad, que tengan en cuenta que la unidad es su herramienta de trabajo.
- Si bien es cierto que se tiene correctivos que no se van a poder evitar, la idea del plan de mantenimiento preventivo es ir en un mediano plazo disminuyendo las incidencias de mantenimientos correctivos.
- Las programaciones se tiene que respetar y cumplir según lo programado para lo cual es necesario difundir la importación del cumplimiento de los mantenimientos al área de operaciones y comercial.
- Una adecuada comunicación entre las áreas involucradas será vital para llevar un adecuado plan de mantenimiento de las unidades de transporte.

## BIBLIOGRAFÍA

- Mora A. (2009) Mantenimiento planeación, ejecución y control México: Editorial Alfaomega.
- Arques J. (2009) Ingeniería y gestión del Mantenimiento Madrid: Editorial Díaz de Santos.
- Soto V., Federico; (2006) Clasificación e identificación de residuos peligrosos; Distrito Federal, México.
- Herrera H. (2012) Mantenimiento industrial Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Fraxanet de Simón (1991) "Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial".
- E.T. Newbrough.(1998) Administración de mantenimiento industrial. Es Diana 12ª. Edición. México.
- Fibertel Juan. (2007). RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA. Residuos Peligrosos. Lima: DIGESA; 2005. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/pw\\_deepa/residuos\\_peligrosos.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/pw_deepa/residuos_peligrosos.asp).

# ANEXOS

## Anexo 1. GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES: NORMATIVA

Dada la importancia de la gestión de los residuos peligrosos, el Perú tiene un marco normativo que se ha ido desarrollando a los largo de los últimos años:

Imagen 6: Marco Normativo de Tratamiento de Residuos Industriales

### Marco normativo para los residuos sólidos, principales normas

2000: Ley General de Residuos Sólidos (Ley 27314), que modifica y moderniza el mercado de residuos sólidos.

2003: Ley Orgánica de Municipalidades (Ley 27972), que establece la responsabilidad de los Gobiernos locales en la regulación, el control y la disposición final de los residuos sólidos.

2004: Reglamento de la Ley General del Residuos Sólidos (DS N.º 057-2004-PCM).

2005: Ley General del Ambiente (Ley 28611). Establece que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y tiene el deber de contribuir con una efectiva gestión ambiental (artículo 1). Además, fija que la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario o comercial es de responsabilidad de los Gobiernos locales.

2008: Decreto Legislativo 1065, que modifica la Ley General de Residuos Sólidos.

2009: Ley 29263. En su capítulo I, sobre delitos ambientales, establece que el vertedero o botadero de residuos sólidos que pueda perjudicar la salud humana será sancionado con una pena privativa de la libertad máxima de cuatro años.

2009: Política Nacional del Ambiente (D.S. N.º 012-2009-MINAM). Con referencia a los residuos sólidos, entre uno de sus lineamientos establece la promoción de la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final y desarrollo de infraestructura. También promueve la formalización de los segregadores.

2009: Ley que Regula la Actividad de los Recicladores (Ley 29419). Promueve su formalización.

2010: Reglamento de la Ley que Regula la Actividad de los Recicladores (DS N.º 005-2010-MINAM).

2012: Reglamento Nacional para la Gestión y el Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N.º 001-2012-MINAM).

Fuente: Minam (2012). *Cuarto Informe Nacional de Residuos Sólidos Municipales y no Municipales*. Lima.

Fuente: Ministerio del Ambiente: Informe Nacional de Residuos Solidos Municipales y No Municipales

## **Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos**

Teniendo en consideración lo último, se realizara un breve resumen de las normativas básicas con lo cual se puede identificar los requisitos u obligaciones para una adecuada gestión de residuos en el país:

### **Generación de residuos peligrosos**

#### *Artículo 10.-*

#### *Obligación del generador previa entrega de los residuos a la EPS-RS o EC-RS*

Todo generador está obligado a acondicionar y almacenar en forma segura, sanitaria y Ambientalmente adecuada los residuos, previo a su entrega a la EPS-RS o a la EC-RS o municipalidad, para continuar con su manejo hasta su destino final.

#### *Artículo 14.-*

#### *Responsabilidad por daños*

Toda EPS-RS, EC-RS y las municipalidades que presten directamente los servicios de residuos sólidos que hagan uso o manejo indebido de los residuos, son responsables de los daños y perjuicios que ocasionen dichas acciones a la salud, al ambiente o a terceros.

*Artículo 17.-  
Tratamiento*

Todo tratamiento de residuos previo a su disposición final, será realizado mediante métodos o tecnologías compatibles con la calidad ambiental y la salud, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento y a las normas específicas.

**Recolección y Transporte**

*Artículo 42.-  
Seguimiento del flujo de los residuos en la operación de transporte*

Cualquier operación de transporte de residuos fuera de las instalaciones del generador, debe ser realizada por una EPS-RS.

*Artículo 45.-  
Transporte de residuos peligrosos*

Los vehículos utilizados en el transporte de residuos peligrosos sólo podrán usarse para dicho fin salvo que sean utilizados para el transporte de sustancias peligrosas de similares características y de conformidad con la normativa que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones emita al respecto.

*Artículo 46.-  
Obligaciones de las EPS-RS de transporte*

Las EPS-RS de recolección y transporte de residuos, además de cumplir con las disposiciones legales en materia ambiental, salud y transporte, están obligadas a:

- Contar con sistemas especiales y exclusivos para su almacenamiento y transporte, utilizando contenedores y unidades de transporte según estándares nacionales e internacionales, para asegurar un adecuado control de los riesgos sanitarios y ambientales.
- Tener programas para el mantenimiento preventivo de los equipos y vehículos que empleen.
- Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos.
- Verificar que el embalaje que contiene los residuos peligrosos concuerde con el tipo, características y volumen declarado por el generador en el manifiesto, y que figuren los datos de la EPS-RS de tratamiento o disposición final, a quien entregará dichos residuos.
- Suscribir una póliza de seguro que cubra los riesgos derivados del transporte de residuos; así como brindar seguro complementario de trabajo de riesgo a los trabajadores que laboran en las unidades de transporte respectivas.



## **Disposición Final**

### *Artículo 51.-*

#### *Disposición final de residuos peligrosos*

La disposición final de residuos peligrosos se sujeta a lo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas que de él se deriven. Se realiza a través de relleno de seguridad o de otros sistemas debidamente aprobados por la Autoridad de Salud de nivel nacional.

### *Artículo 52.-*

#### *Operaciones realizadas en rellenos de seguridad*

Las operaciones en un relleno de seguridad deberán cumplir con los siguientes procedimientos mínimos:

- Control y registro sistemático del origen, tipo, características, volumen, ubicación exacta en las celdas o lugares de confinamiento de residuos.
- Acondicionamiento de los residuos, previo a su confinamiento según su naturaleza, con la finalidad de minimizar riesgos sanitarios y ambientales.
- Confinamiento de los residuos en un plazo no mayor de cinco (5) días, contados a partir de su recepción en el relleno de seguridad.

## **Régimen de infracciones y sanciones**

### **Artículo 145.- Infracciones**

Las infracciones a las disposiciones de la Ley y el Reglamento:

#### **1) Infracciones leves:**

- Negligencia en el mantenimiento, funcionamiento y control de las actividades de residuos.
- Incumplimiento en el suministro de información a la autoridad correspondiente.
- Otras infracciones que no revistan mayor peligrosidad.

#### **2) Infracciones graves:**

- Ocultar o alterar maliciosamente la información consignada en los expedientes administrativos para la obtención de registros, autorizaciones, o licencias previstas en el presente Reglamento.
- Realizar actividades sin la respectiva autorización prevista por ley o, realizar éstas con autorizaciones caducadas o suspendidas, o el incumplimiento de las obligaciones establecidas en las autorizaciones.
- Abandono, disposición o eliminación de los residuos en lugares no permitidos.
- Falta de rotulado en los recipientes o contenedores donde se almacena residuos peligrosos, así como la ausencia de señalizaciones en las instalaciones de manejo de residuos.

- Utilizar el sistema postal o de equipaje de carga para el transporte de residuos no peligrosos.

3) Infracciones muy graves:

- Operar infraestructuras de residuos sin la observancia de las normas técnicas.
- Importación o ingreso de residuos peligrosos al territorio nacional, sin cumplir con los permisos y autorizaciones exigidos por la norma
- Incumplimiento de las acciones de limpieza y recuperación de suelos contaminados.
- Comercialización de residuos peligrosos sin la aplicación de sistemas de seguridad en toda la ruta de la comercialización.
- Utilizar el sistema postal o de equipaje de carga para el transporte de residuos peligrosos.
- Omisión de planes de contingencia y de seguridad.

*Artículo 147.-  
Sanciones*

Los infractores son pasibles de una o más de las siguientes sanciones administrativas:

1) Infracciones leves:

- Amonestación por escrito en donde se le obliga a corregir la infracción.
- Multas de 0.5 a 20 UIT, con excepción cuando se trate de residuos peligrosos que será de 21 hasta 50 UIT.

2) Infracciones graves:

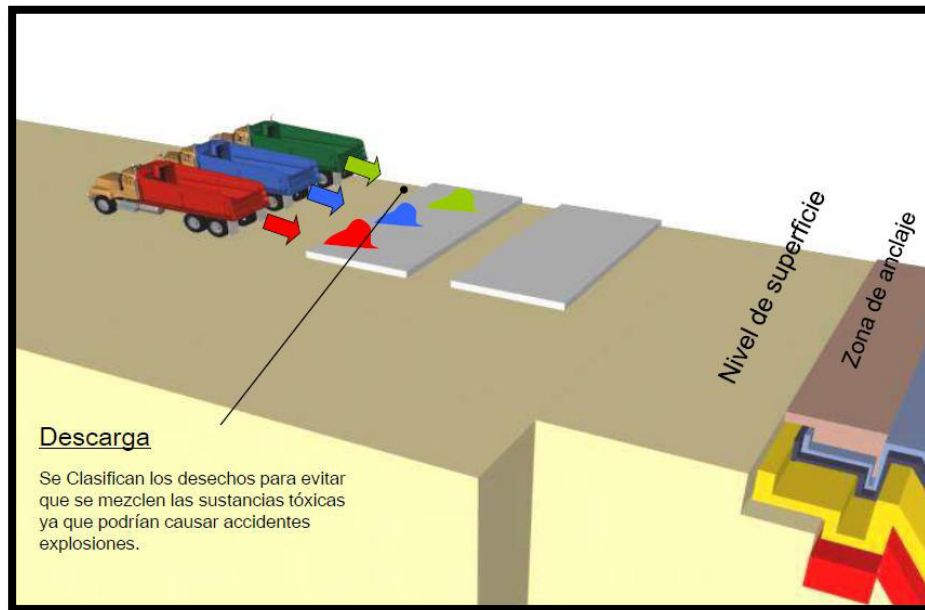
- Suspensión parcial o total, por un período de hasta 60 días de las actividades o procedimientos operativos de las EPS-RS, EC-RS o generadores de residuos del ámbito de gestión no municipal.
- Multa desde 21 a 50 UIT. En caso se trate de residuos peligrosos, la multa será de 51 hasta 100 UIT.

3) Infracciones muy graves:

- Clausura parcial o total de las actividades o procedimientos operativos de las empresas o generadores de residuos del ámbito de gestión no municipal.
- Cancelación de los registros otorgados.
- Multa desde 51 a 100 UIT, con excepción cuando se trate de residuos peligrosos que será de 101 hasta el tope de 600 UIT.

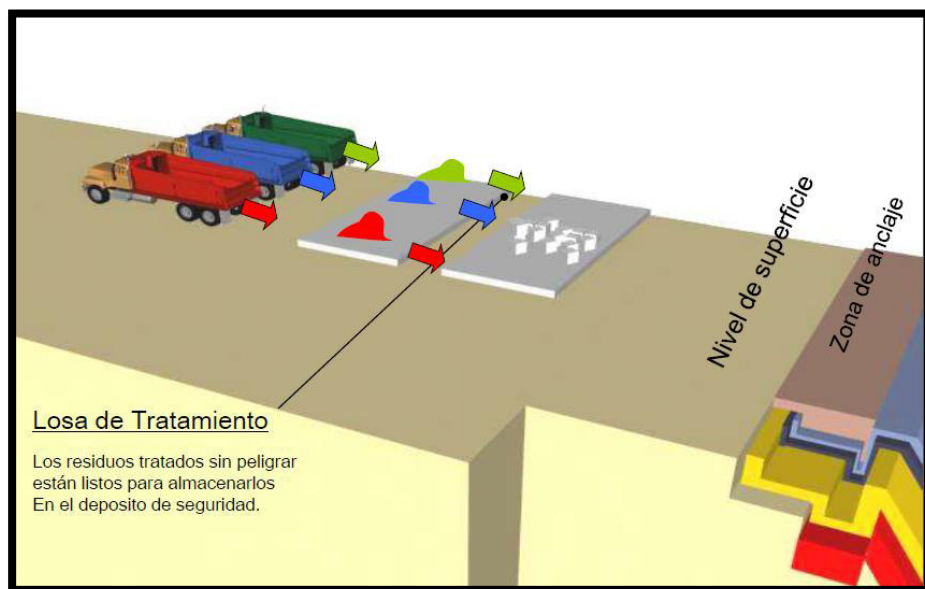
## Proceso de Recepción de los residuos

Imagen 7: Recepcion de residuos



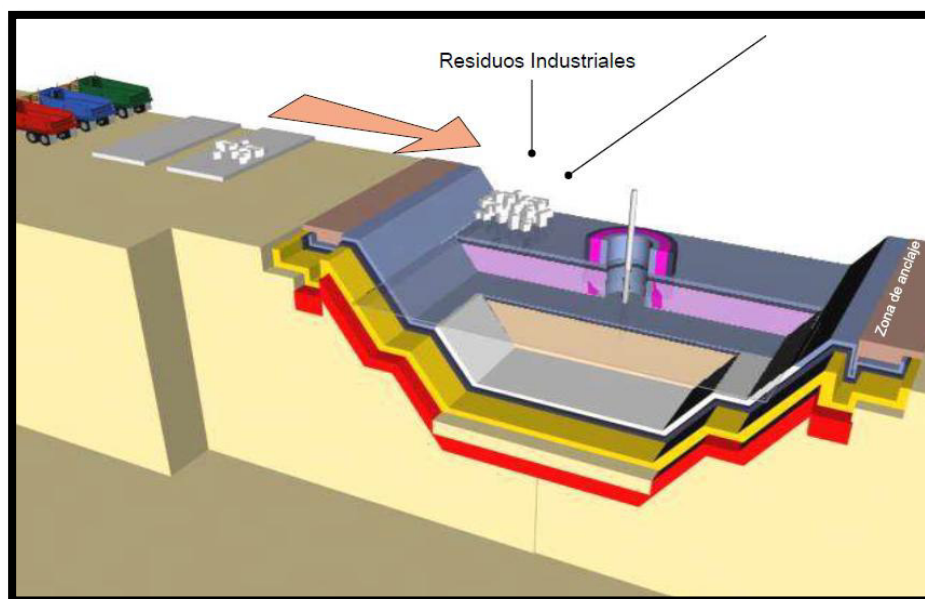
Fuente: La Empresa

Imagen 8: Tratamiento de Residuos



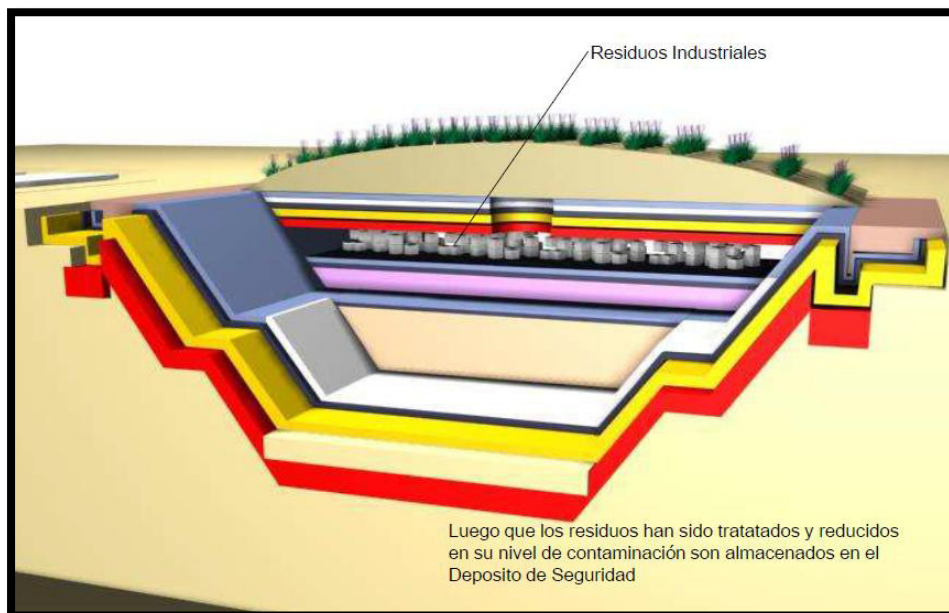
Fuente: La Empresa

Imagen 9: Disposicion Final de Residuos



Fuente: La Empresa

Imagen 10: Deposito de Seguridad



Fuente: La Empresa

## **Anexo 2. METODOLOGIA CENTRADAD EN LA CONFIABILIDAD**

### **IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LAS UNIDADES**

Para aplicar el MCC se identificara las componentes de los sistemas y subsistemas principales de Los camiones:

#### **1. MOTOR**

Parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

En los automóviles este efecto es una fuerza que produce el movimiento.

La gran mayoría de los vehículos de carga utilizan motores Diesel:

- Gran relación de compresión, que puede llegar a ser 18:1.
- Mayor eficiencia térmica que los motores de gasolina.
- Inyección directa de combustible a la cámara de combustión.
- En su mayoría son motores de 4 tiempos, realizando el ciclo durante 2 vueltas del cigüeñal.

#### **Alimentación de Combustible**

El sistema de combustible de un motor diesel tiene como misión el entregar la cantidad correcta de combustible limpio a su debido tiempo en la cámara de combustión del motor.

Es el encargado de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor, pudiéndose diferenciar dos apartados fundamentales:

**a) Circuito de baja presión:**

Encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección:

- Tanque o depósito: posee un tamiz en la boquilla, depósito de decantación para recopilar impurezas, línea de succión con un pre filtro y otra de retorno y un sensor de nivel.
- Bomba de cebado o de extracción: permite llevar el combustible hasta la bomba de alta presión, tiene como característica llevar el combustible a una presión constante entre  $1$  y  $2 \text{ kg/cm}^2$ .
- Filtros: su función principal es retener las partículas contenidas en el combustible que puedan desgastar en el motor y generar problemas de combustión, el filtro convencional posee un sedimentador que separa el agua del combustible.
- Válvulas de retención, descarga y rebose: válvulas que controlan de forma adecuada el flujo y la presión de combustible.



**b) Circuito de alta presión:**

Encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser introducido en las cámaras de combustión.

- Bomba de inyección: encargada de llevar el combustible a los inyectores a través de las tuberías de alta presión.
- Inyectores: tiene como función pulverizar el combustible en las cantidades exactas y entregarlo a la cámara de combustión. Está compuesto por la tobera y el porta inyector.
- Tubería de alta presión: tuberías gruesas con diámetro calibrado, que soportan grandes presiones.
- Cámara de combustión: lugar donde se realiza la conversión de energía química a mecánica.
- Conjunto Turbo Compresor: sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases.

**c) Conjunto admisión-escape:**

El conjunto de los elementos recorridos por los gases a la entrada o a la salida de los cilindros.

## **Tren Alternativo**

Mecanismo encargado directamente de la transformación de presión a movimiento rectilíneo y posteriormente a rotación dentro del motor.

### **a) Cilindros y camisas**

El cilindro es una cavidad de forma cilíndrica, de material metálico. Por ella se desplazan los pistones guiándolos en su movimiento alternativo entre el punto muerto inferior y el punto muerto superior.

En el cilindro se adaptan generalmente unos elementos denominados camisas, cuyo objetivo es facilitar la reparación del cilindro, ya que éste en su funcionamiento sufre un desgaste.

### **b) Pistones**

Tomando el pistón como una parte de un mecanismo cinemático, puede definirse como aquel elemento que tiene como función deslizarse dentro de su guía, que en el caso de un motor es la camisa o cilindro.

### **c) Bielas**

La biela es la pieza que está encargada de transmitir al cigüeñal la fuerza recibida del pistón.

La biela está sometida a grandes esfuerzos, sobre todo de tracción.

La biela permite la transformación del movimiento alternativo en rotativo.

Aunque es una sola pieza en ella se diferencian tres partes: pie, cuerpo y cabeza.

El pie de la biela es el que la une al pistón por medio del pasador o bulón; el cuerpo o caña asegura la rigidez de la pieza; y la cabeza, por último, gira sobre el codo del cigüeñal o muñequilla.

### **Distribución**

Subsistema que controla y facilita la realización de los procesos de admisión de aire y de escape de gases de combustión de forma sincronizada.

Las válvulas pueden ser de escape y de admisión, que deben de garantizar un cierre hermético con la superficie de la culata, en la superficie de cierre está ubicado el asiento de la válvula.

En el centro de su cuerpo las válvulas poseen resortes que las regresan a su posición original luego de la apertura.

La fuerza con la cual las válvulas se retraen es generada por un balancín, el cual a sus ves es accionado por las varillas de balancines, las cuales obtienen su movimiento del árbol de levas.

### **Lubricación**

Se debe de dar con los componentes del motor que están sometidos a fricción, los sistemas de lubricación de los motores diésel cuentan con:

- Carter
- Bomba de aceite
- Elementos filtrantes

## **Refrigeración**

Para mantener en óptimo estado los componentes, los motores diésel cuentan con un adecuado sistema de refrigeración.

- Cámaras
- Radiador
- Bomba de agua
- Ventilador
- Termostato
- Líquido de refrigeración

Las cámaras son canales que existen dentro del bloque motor y culata, la cuales tiene como fin facilitar el paso refrigerante cerca de los componentes que están en contacto con los gases de escape: camisas de los pistones, apoyo de válvulas y de inyectores.

Se usa un radiador para devolver la temperatura original al líquido refrigerante, el ventilador, ubicado frente al radiador es activado por el termostato cuando se detectan aumentos de temperatura; la bomba generalmente es centrífuga.

## **2. ELEMENTOS FIJOS**

Sirven como apoyo de los mecanismos y componentes principales del motor; así como brindan canales y depósitos de recorrido a los fluidos y gases de trabajo: líquido refrigerante, aceite, gases de escape.

- Bloque: brinda apoyo al cigüeñal , por donde los pistones realizan su carrera,
- Culata: brinda asiento a las válvulas y a los inyectores, así como canales de recorrido de aire de admisión y a los gases de escape,
- Junta de culata: garantiza un cierre hermético entre el bloque y la culata,

## **3. TRANSMISIÓN**

Es el conjunto de elementos que tiene la misión de hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices.

- Embrague:  
Tiene la misión de acoplar y desacoplar, a voluntad del conductor, el giro del motor de la caja de cambios.  
Debe transmitir el movimiento de una forma suave y progresiva, sin que se produzcan tirones que puedan producir roturas en algunos elementos del sistema de transmisión.  
Se encuentra situado entre el volante de inercia (volante motor) y la caja de velocidades.
- Caja de cambios:

Es la encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.

- Cardan:

Eje de juntas cardánico y de resorte interno que lleva el par transmitido por la caja al diferencial, debe de ser flexible y resistente a las vibraciones.

- Diferencial

Sistema de piñones que entrega el par transmitido por el eje cardánico a las llantas.

### **3. CORRIENTE ELÉCTRICA**

- Motor de arranque:

Los motores de combustión interna necesitan una fuerza externa para iniciar su movimiento.

El motor de arranque es activado con la electricidad de la batería cuando se gira la llave de puesta en marcha, cerrando el circuito y haciendo que el motor gire.

El motor de arranque conecta con el cigüeñal del motor de combustión por un piñón conocido como piñón o bendix de pocos dientes con una corona dentada reductora que lleva incorporada el volante de inercia del motor térmico.

- **Alternador:**  
Transforma la energía mecánica entregada por el cigüeñal en energía eléctrica que acumula la batería.
- **Batería:**  
Es un acumulador y proporciona la energía eléctrica para el motor de arranque de un motor de combustión

#### **4. DIRECCIÓN**

Tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor.

Componentes del sistema de dirección:

- **Timón o volante:**  
Desde él se posan las manos del conductor, para dirigir la trayectoria del vehículo.
- **Barra de dirección:**  
Une el volante con la caja de dirección, antiguamente era de una sola pieza, y en la actualidad y como mecanismo de protección para el conductor en caso de colisión está compuesto por partes pequeñas, que se doblan para evitar lesiones.
- **Caja de dirección:**

Recibe el movimiento del timón y la barra y lo reparte a las ruedas, mediante movimientos realizados por engranajes.

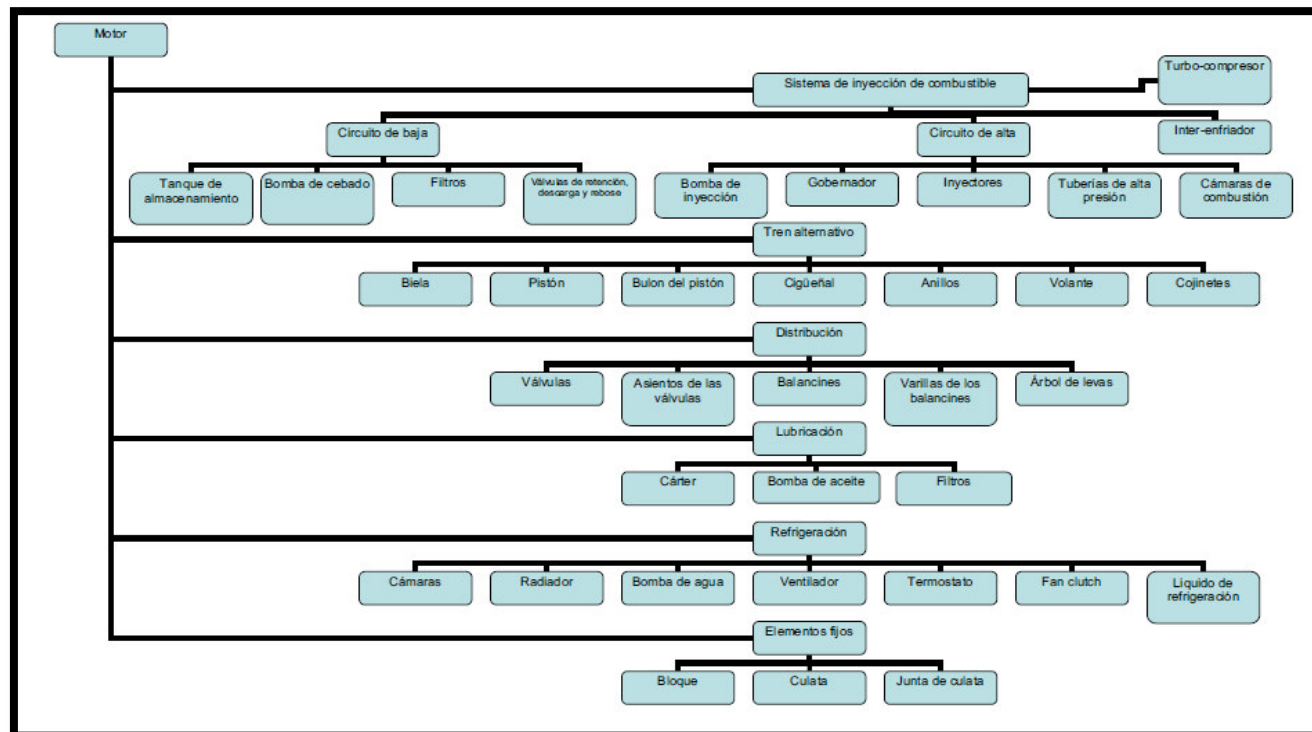
- Biela:  
Pieza ubicada a la salida de la caja de dirección, que se encarga de unir la caja de dirección con la varilla central.
- Varilla central:  
Recibe el movimiento de la caja de dirección y lo transmite a los terminales de dirección.
- Terminales de dirección:  
Son uniones (tipo rótula) con cierta elasticidad para absorber las irregularidades del suelo, y tiene como función principal unirse con cada una de las ruedas direccionales.



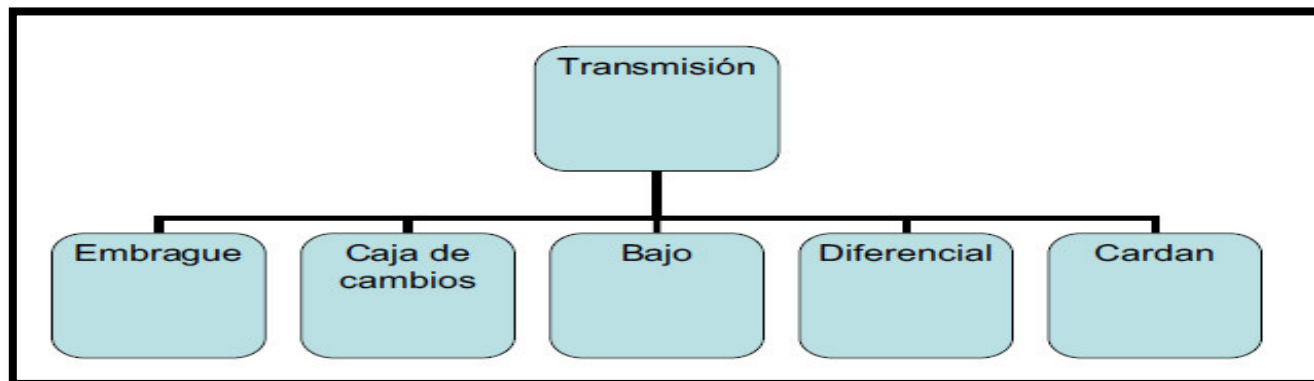
## 5. ESQUEMA FINAL DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

Después de realizar una breve descripción de lo que se necesita saber de los sistemas principales para el funcionamiento de la unidad se mostrará los esquemas finales:

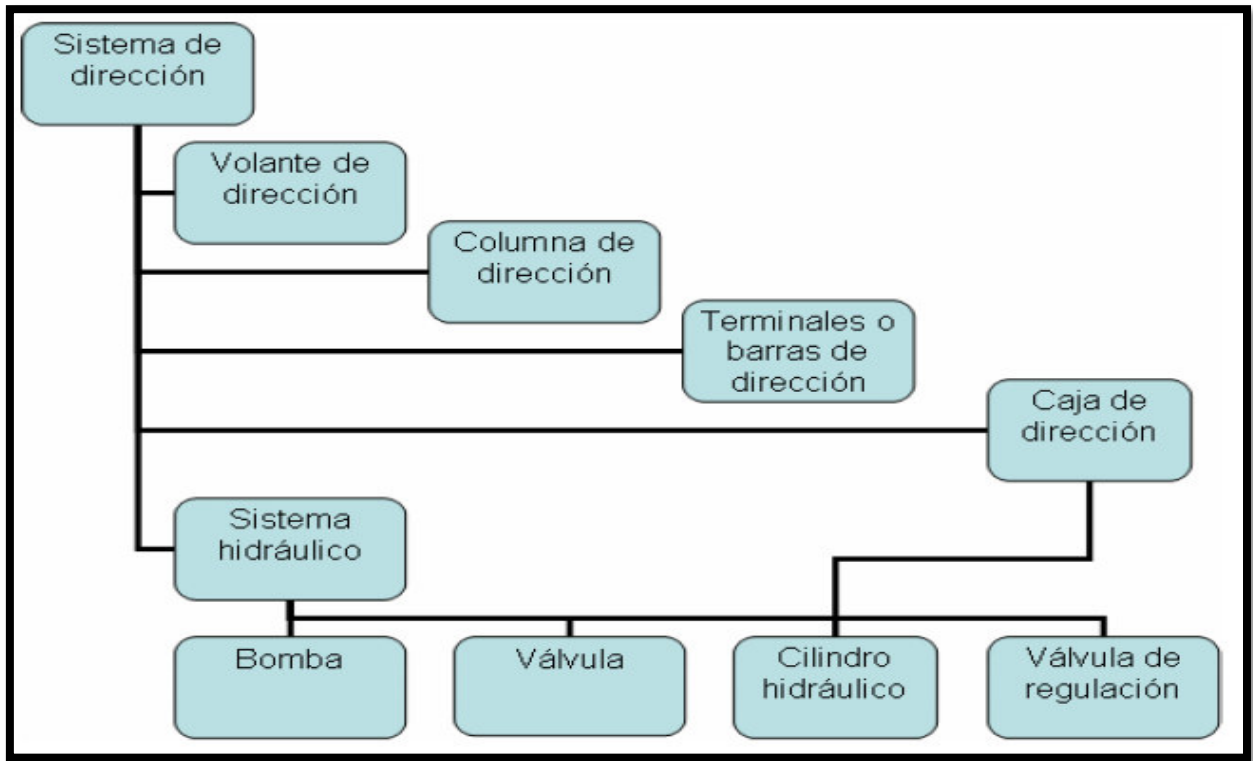
Esquema Nro. 8: Sistema de Motor



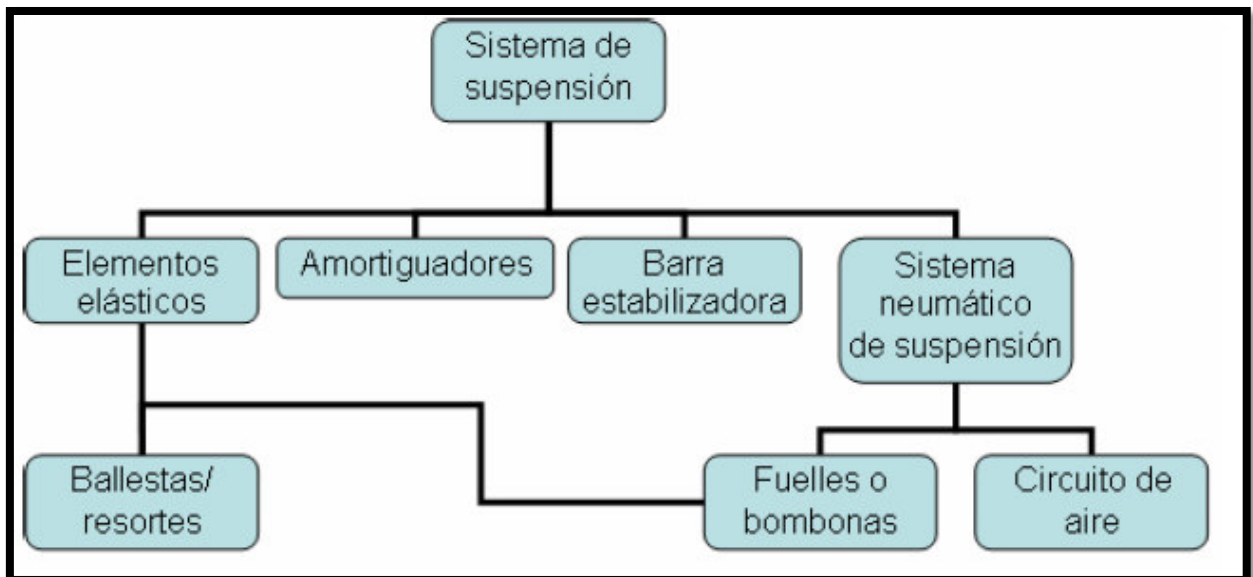
Esquema Nro. 9: Sistema de Transmisión



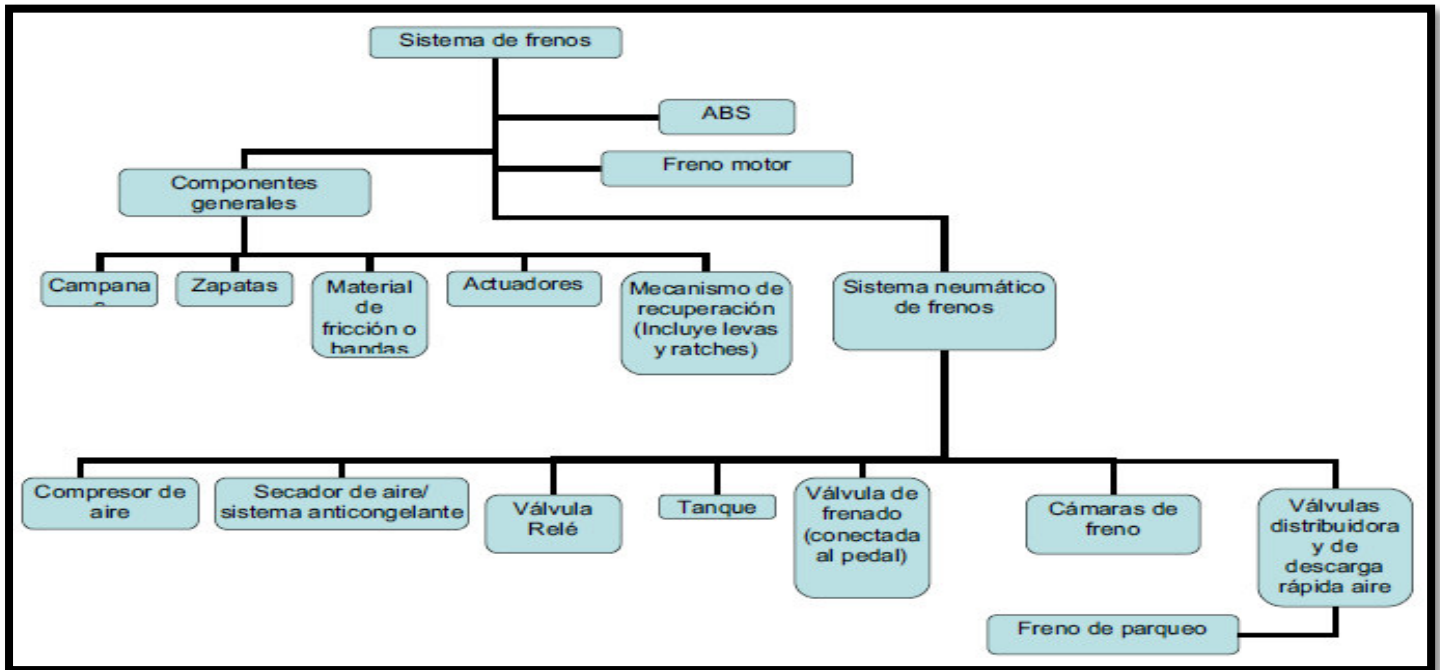
Esquema Nro. 10: Sistema de Dirección



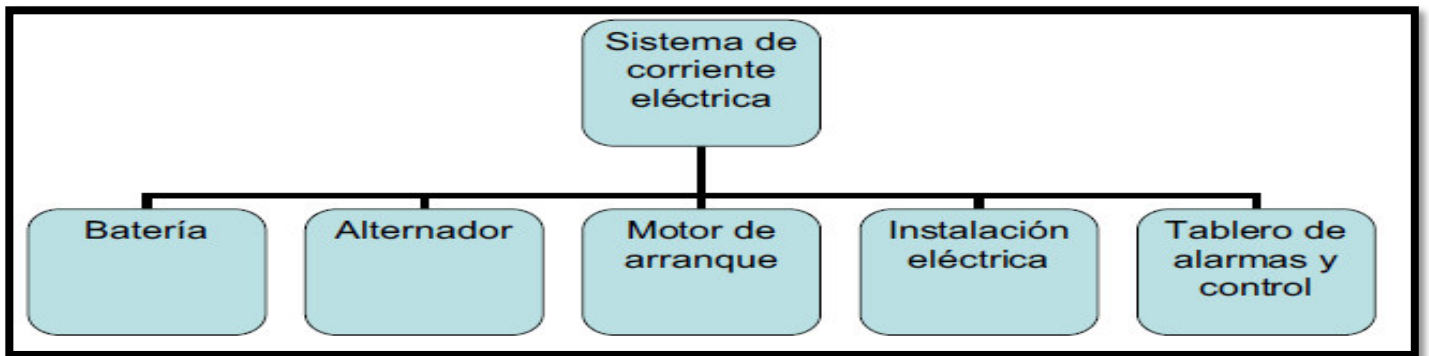
Esquema Nro. 11: Sistema de Suspensión



Esquema Nro. 12: Sistema de Frenos



Esquema Nro. 13: Sistema Eléctrico



## 6. FUNCIONES PRINCIPALES Y SECUNDARIAS DE LOS SISTEMAS

Una vez que se conoce la dinámica de operación de las unidades y se establece la composición de cada uno de sus sistemas, continuando con RCM, se deben de establecer las funciones primarias y secundarias de los sistemas, subsistemas.

Se realizara la definición del Subsistema del Motor: Inyección de combustible, como modo de ejemplo:

- Tabla Nro. 25: *Subsistema: Inyección de combustible:*

Componente	Función
Tanque de combustible	Almacenar el combustible del vehiculo
Bomba de cebado	Extraer el combustible del tanque y enviarlo a la bomba de inyección
Filtro	Retener las impurezas que pueda contener el combustible
Bomba de inyección	Entregar el caudal requerido de combustible a los inyectores
Gobernador	<ul style="list-style-type: none"><li>- Transformar la señal enviada por el movimiento del pedal de aceleración, para que la cantidad requerida de combustible, llegue a la cámara de combustión.</li><li>- Regular el caudal de combustible durante las marchas mínima y máxima.</li></ul>
Inyectores	Entregar el combustible a la cámara de combustión en forma sincronizada con los otros componentes que hacen posible la conversión de la energía química a energía calorífica
Cámara de combustión	Brinda el espacio adecuado para que se realice la combustión y se desplace el cilindro a través de un solo eje.

Fuente: Autor

### Anexo 3. GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

#### Objetivos trazados para el personal de mantenimiento:

Los objetivos son propuestos por el responsable para cada integrante de su equipo de trabajo, estos serán evaluados anualmente.

Tiene como finalidad, aparte de la evaluación de cada objetivo, concientizar al personal de alguna manera en que no basta con tan solo reparar las unidades, sino que alrededor del mantenimiento hay todo un sistema de gestión en el que ellos son partes.

BEFESA PERU									
Mantenimiento									
Establecimiento de Objetivos 2014									
Manuel Seminario									
	Descripción de Objetivos	Tipo de Objetivos	Fecha de Inicio	Fecha Fin	Valor Planificado	Magnitud	Ponderación (%)	Semestre I (%)	Observaciones
1	Proveer de un nivel aceptable la disponibilidad de equipos	Cuantitativo	01-Ene-14	30-Dic-14	Reporte mensual	Entrega de SOS firmado por usuario	35%	30%	
2	Controlar y minimizar los recursos utilizados por mantenimiento	Cuantitativo	01-Ene-14	30-Dic-14	Reporte semanal	Solicitud de pedido programados	20%	15%	No siempre se cuentan con stock necesario
3	Efectuar las tareas de mantenimiento	Cuantitativo	01-Ene-14	30-Dic-14	Reporte semanal	Emitir reportes semanal de mantenimiento	35%	30%	Retrasos ocasionales debidos a mant. Correctivos del momento
4	Preparar la documentación e historial	Cualitativo	01-Ene-14	30-Dic-14	Cumplir con SIG	Correcto llenado de SOS y Chek List	5%	5%	
5	Determinar, de acuerdo a datos cuantitativos, la calidad y cantidad de repuestos a comprar.	Cuantitativo	01-Ene-14	30-Dic-14	Reporte mensual	Verificación de acuerdo mant. Realizados	5%	5%	
Suma Ponderaciones (100%)							100%	85%	
Nombre del Evaluado Cargo del Evaluado Fecha de elaboración					Nombre del Evaluador Cargo del Evaluador Fecha de firma				

## Instructivo de Seguridad realizado para el área de mantenimiento:

**BEFESA PERU**

**Instructivo de Trabajo**

**Título:**  
Condiciones seguras en trabajos de mantenimientos

**Instructivo:** IT-LP/02  
**Revisión:** 00  
**Fecha:** 21/05/2015

**Elaborado Por:**  
Jose Coronado Arroyo – Responsable de Mantenimiento

**Revisado Por:**  
Jimmy Inga Valverde – Jefe de Logística, Proyectos y Mantenimiento

**Aprobado Por:**  
Jimmy Inga Valverde – Jefe de Logística, Proyectos y Mantenimiento

El original de este documento está firmado y archivado en el Área del SIG

**BEFESA PERU**

<b>Instrucción:</b>	IT-LP/02
<b>Revisión:</b>	00
<b>Fecha:</b>	21/05/2015

Página: 2 de 8

Índice

- Objetivo.
- Definiciones.
- Campo de aplicación.
- Documentación de referencia.
- Responsabilidades.
- Desarrollo.
- Peligros asociados y medidas control.
- Aspectos ambientales asociados y medidas de control.
- Anexos.

**BEFESA PERU**

<b>Instrucción:</b>	IT-LP/02
<b>Revisión:</b>	00
<b>Fecha:</b>	21/05/2015

Página: 3 de 8

**1. Objetivo**  
Definir las tareas que permitan realizar un correcto mantenimiento a las unidades.

**2. Definiciones**

- Mantenimiento**  
En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó
- Cortador de corriente**  
Dispositivo de seguridad que, como dice su nombre, corta la corriente que va hacia la bomba de combustible para que ésta no alimente al motor.
- Tarjeta de bloque**  
Sistema visual de identificación y señalización que tiene como propósito advertir el bloqueo o la inmovilización de un equipo, maquinaria, instalación o circuito de proceso
- Análisis de Trabajo Seguro (ATS)**  
Método para identificar los peligros que generan riesgos de accidentes o enfermedades potenciales relacionados con cada etapa de un trabajo o tarea y el desarrollo de controles que en alguna forma eliminen o minimicen estos riesgos

**3. Campo de aplicación**  
Este instructivo es aplicable para todo el personal del área de mantenimiento de Befesa Perú.

**4. Documentación de referencia**

- Manual de SIG de Befesa Perú, apartado 7.5.1
- POG-LP/01 "Compras, Logística, Proyectos y Mantenimiento"

**BEFESA PERU**

<b>Instrucción:</b>	IT-LP/02
<b>Revisión:</b>	00
<b>Fecha:</b>	21/05/2015

Página: 4 de 8

**5. Responsabilidades**

- Responsable de mantenimiento**  
Encargado de velar por el correcto funcionamiento y operatividad de las unidades.
- Supervisor del área**  
Usuario responsable.
- Encargado de mantenimiento en planta**  
Realizar y controlar el mantenimiento en planta.
- Supervisor del SIG**  
Velar por que se cumpla los estándares de seguridad.
- Encargado de almacén**  
Entrega y recepción los repuestos para el mantenimiento.
- Jefe de centro operativo**  
Responsable de todas las unidades que pertenecen a su centro operativo.

**6. Desarrollo**

- Solicitar la hoja de seguridad Análisis de Trabajo Seguro al supervisor de seguridad de planta.
- Revisar y despejar el área de trabajo de todo material que no permita realizar un correcto mantenimiento y delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Hacer uso correcto de los EPP's: casco, lentes de seguridad, guantes, tapones auditivos, mascarilla, mameuco, botas de seguridad; para comenzar a realizar el mantenimiento, ingreso de la unidad y colocación de los tacos de seguridad.
- Se debe de tener en cuenta el límite de carga por persona de 25 kg, de ser necesario trasladar un mayor peso, solicitar el equipo necesario al supervisor de campo de planta para que envíe la maquinaria y pueda hacer el movimiento del insumo, maquina, etc.
- Se debe de poner la tarjeta de bloqueo de equipo por mantenimiento a todos las unidades o maquinaria.



BEFESA PERU	Instrucción:	IT-LP/02	
	Revisión:	00	Fecha: 21/05/2015
	Página: 6 de 8		

6.12. Cargador de batería, se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- No exponga el cargador a la lluvia o nieve.
- El uso de una conexión no recomendada por el fabricante del cargador de baterías puede causar riesgo de fuego, shock eléctrico o daño a personas.
- Para reducir el riesgo de dañar el enchufe y el cable, al desconectarlos tire del enchufe, no del cable.
- Asegúrese de que el cable esté colocado de manera que no cause peligro de tropiezos.
- Una extensión no debe ser usada a no ser que sea absolutamente necesario.
- No realizar empalmes.
- Para reducir el riesgo de shock eléctrico, desenchufe el cargador antes de limpiarlo o hacerle cualquier tipo de reparación. Apagando los controles este riesgo no se eliminará.

6.13. Al usar el equipo compresor en un mantenimiento, se debe de verificar el manómetro y la válvula de seguridad y limpiar periódicamente el interior de los recipientes de aire comprimido, para así evitar los posibles riesgos: pérdida auditiva provocada por el ruido que generan los compresores, proyección de partículas procedentes de boquillas soplantes o la exposición directa al chorro de aire comprimido.

6.14. Para realizar trabajos de mantenimiento en maquinarias con brazo de carga: minicargador, retroexcavadoras, montacargas; se debe de colocar el seguro de brazo para evitar caídas y desmontar la cuchara (solo en el caso del minicargador).

6.15. Una vez culminado el mantenimiento verificar tener limpio y ordenado el lugar de trabajo, evitando o en su caso recogiendo, los posibles vertidos y derrames de productos utilizados, así como las virutas que hayan podido caer al suelo.

6.16. Todo acto inseguro por el personal de mantenimiento o ajeno al área debe de ser comunicado al supervisor de seguridad y al responsable de mantenimiento.

BEFESA PERU	Instrucción:	IT-LP/02	
	Revisión:	00	Fecha: 21/05/2015
	Página: 5 de 8		

6.6. Al comenzar el mantenimiento, la llave de la unidad debe de ser entregada al encargado del mantenimiento y ante cualquier tipo de prueba este debe de estar comunicado para evitar accidentes.

6.7. Se debe desconectar la batería o activar el corte de corriente.

6.8. Los órganos de accionamiento de las máquinas deben ser claramente visibles y estar bien identificados.

6.9. Tener en cuenta que cuando se realice mantenimientos que se tenga la probabilidad de tener derrames de líquidos: aceite, grasa, hidrolina, etc, se debe de contar como medida de contingencia un kit de antiderrame.

6.10. Pistola hidráulica, será usada en los siguientes equipos o unidades: camiones, camionetas, carretas, montacargas, excavadora, minicargador, retroexcavadoras, cuatrimotos.

- Se debe de revisar el estado de los acoples herméticos, verificar el estado de oxidación, durante el trabajo se debe de verificar que no haya una sobrecarga de presión.
- Cuando opere herramientas de esta naturaleza utilice el equipo de protección apropiado para ojos, cara, oídos y demás.
- Verifique que la herramienta esté firmemente conectada a la manguera de aire.

6.11. Amoladora, usada para cualquier actividad que implique corte de fierro, rectificado de piezas. Se debe de revisar lo siguiente:

- Comprobar que el disco a utilizar está en buenas condiciones de uso. Se deben almacenar los discos en lugares secos, sin sufrir golpes y siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Utilizar siempre la guarda de la máquina y no retirarla por ningún motivo.
- No sobrepasar la velocidad de rotación prevista e indicada en la muela.
- Utilizar un diámetro de muela compatible con la potencia y características de la máquina.
- En el caso de trabajar sobre piezas de pequeño tamaño o en equilibrio inestable, asegurar la pieza a trabajar, de modo que no sufran movimientos.

BEFESA PERU	Instrucción:	IT-LP/02	
	Revisión:	00	Fecha: 21/05/2015
	Página: 7 de 8		

7. Peligros asociados y medidas control

Peligros asociados	Medidas de control
Golpes por manipulación inadecuada	Utilización de las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo que se vaya a realizar, además de la realización de forma periódica de inspección de las mismas para verificar en qué estado se encuentran.
Mecanismos en movimiento (herramientas de poder)	Evaluación de riesgos a nivel grupal (AST), Permiso de Trabajo, señalización y delimitación de lugar de trabajo charlas de 5 minutos, charlas de capacitación, uso de mandil y guantes de cuero cromo.
Cuerpos energizados	Inspección de herramientas eléctricas, enchufes y cables industriales, delimitación del lugar de trabajo, señalización de riesgo eléctrico, charlas de 5 minutos, charlas de capacitación.
Caidas a nivel	Orden y limpieza.

8. Aspectos ambientales asociados y medidas de control

Aspectos Ambientales Asociados	Medidas de Control
Consumo de energía	Control de consumo.
Derrames de productos químicos	Evaluación de riesgos a nivel grupal (AST), señalización y delimitación de lugar de trabajo charlas de 5 minutos, charlas de capacitación, orden y limpieza, hojas MSDS de pinturas, kits anti derrames distribuidos a lo largo de Planta.

9. Anexos

No Aplica.

## Anexo 4. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO DE FABRICANTES

### Ficha técnica de camiones Mack CXU613E

Plantilla de Mantenimiento Preventivo Vision Valorizada CXU613E

Repuestos Servicios Preventivos

				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Descripción	Cantidad Unid./lit.	Frecuen- cia	Precio US\$/unl.	4 SEM	15,000	30,000	45,000	60,000	75,000	90,000	105,000	120,000	135,000	150,000	165,000	180,000
Acetle de motor.	40	15,000	4.84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro de acetle de motor.	2	15,000	14.14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro de acetle de motor. By-pass	1	15,000	18.16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro de combustible.	1	15,000	42.62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro separador de agua del comb.	1	15,000	18.65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro de aire de admisión. Primario	1	15,000	79.05		1	1	1	1	1	1	1	1				
Acetle de caja de cambios.	14	75,000	5.53	1					1						1	
Acetle de puente trasero.	35	75,000	4.84	1					1						1	
Filtro Secador de aire	1	120,000	138.94									1				
Filtro Cabina	1	120,000	17.09									1				
Filtro de aire de tanque de combus	1	120,000	24.24									1				
Acetle de dirección hidráulica.	6	75,000	4.84	1					1						1	
Filtro de dirección hidráulica.	1	75,000	31.24	1					1						1	
Líquido de refrigerante. Anticorrosi	22	300,000	7.42													
Grasa de chasis.	3.2	15,000	8.48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Sub total</b>				<b>635.47</b>	<b>407.42</b>	<b>407.42</b>	<b>407.42</b>	<b>407.42</b>	<b>714.52</b>	<b>407.42</b>	<b>407.42</b>	<b>587.69</b>	<b>328.37</b>	<b>635.47</b>	<b>328.37</b>	<b>328.37</b>

Dcto

10%

Total Repuestos

63.55	40.74	40.74	40.74	40.74	71.45	40.74	40.74	58.77	32.84	63.55	32.84	32.84
571.93	366.68	366.68	366.68	366.68	643.07	366.68	366.68	528.92	295.54	571.93	295.54	295.54

Mano de obra Servicios preventivos

20

Descripción	VST	Frecuen- cia	Precio US\$/unl.													
Cambio de acetle de motor y filtro	1.0	15,000	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cambio de filtro de combustible	0.2	15,000	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cambio de filtro racor	0.2	15,000	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cambio de filtro de aire	0.3	15,000	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cambio de acetle de caja y filtro	0.7	75,000	20						1						1	
Cambio de acetle de corona	1.8	75,000	20						1						1	
Cambio de filtro secador aire	0.3	120,000	20									1				
Cambio de filtro de cabina	0.3	120,000	20									1				
Cambio de filtro de Tanque D2	0.3	120,000	20									1				
Cambio de acetle de dirección	0.4	75,000	20						1						1	
Cambio de filtro de dirección	0.3	75,000	20						1						1	
Cambio de refrigerante	0.8	300,000	20													
Engrase Chasis	0.25	15,000	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Servicio Basico	1.0	15,000	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Servicio Basico + (Motor+Caja)	0.2	75,000	20						1						1	
Servicio Completo	1.0	150,000	20												1	
Condiciones de uso :				<b>Sub total</b>	<b>0</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>125</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>77</b>	<b>59</b>	<b>146</b>	<b>59</b>

Valorizado en US\$

Por mes

571.93	425.68	425.68	425.68	425.68	769.07	425.68	425.68	605.92	354.54	717.93	354.54	354.54
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

ACUMULADO 571.93 997.61 1,423.29 1,848.97 2,274.65 3,043.72 3,469.41 3,895.09 4,501.01 4,855.55 5,573.47 5,928.01 6,282.55

Montos no Incluyen IGV

ACUMULADO \$/Km

0.07 0.05 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.03



## Ficha técnica de camiones Freightliner M2 106

**Divemotor**

Representante General para el Perú de DaimlerChrysler

**CAMIONES**



### FICHA TECNICA

**Modelo / Tipo / Tracción: M2 106 / Camión / 6x4**



#### Motor:

Marca / Modelo / Control:	Mercedes-Benz / MBE900/ Electrónico
Tipo Inyección / Alimentación:	Directa / Turbo alimentado y post-enfriado (Turbocooler)
Desplazamiento:	6.4 Lt.
# de cilindros:	6 en línea
Potencia Máxima:	280 HP @ 2300 r.p.m.
Torque Máximo:	800Lb-pie (1084Nm) @ 1250 r.p.m.
Norma de Emisiones:	EPA 98

#### Embrague:

Marca / Tipo:	Eaton Fuller / Bidisco
Composición / dimensión:	Cerámico / 14 Pulg.

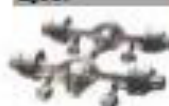
#### Transmisión:

Marca / Modelo / # de velocidades:	Fuller / RT8709B / 09
------------------------------------	-----------------------

#### Suspensión:

Delantera:	Marca / Capacidad:	FL / 14600 Lb. (6,636 Kg.)
	Tipo:	Muelles / Amortiguadores
Trasera:	Marca / Capacidad:	Hendrickson / 46000 Lb. (20,909 Kg.)
	Tipo:	RT463 / Amortiguadores

#### Ejes:



Delantero:	Marca / Capacidad:	Meritor / 14700 Lb. (6,682 Kg.)
Trasero:	Marca / Capacidad:	Meritor / 46000 Lb. (20,909 Kg.)
	Reducción:	4.89
	Bloqueo:	entre ejes

#### Frenos:

Accionamiento/Tipo de circuito:	Neumático / Doble e independiente
Mando freno de remolque:	Independiente
Reguladores de desgaste:	Automáticos
Freno de estacionamiento:	Con cámaras tipo Maxi Brake en ambos ejes motrices
Freno de motor tipo:	Estrangulación del sistema de escape
*cuenta con secador de aire	

# Divemotor

Representante General para el Perú de DaimlerChrysler

**C A M I O N E S**



## Bastidor:

Tipo de perfil:	C
Altura de alma:	282.6 mm.
Ancho de ala:	88.9 mm.
Espesor de material:	11.11 mm.

## Sistema Eléctrico:

Tensión:	12 v
# de baterías:	2
Alternador:	145 Amp.
Arrancador:	Delco 12V

## Capacidades Kg. (pesos sujetos a confirmación):

Peso Neto:	6,980
Peso Bruto:	27,545
Capacidad de carga:	20,565

## Dirección:

Tipo:	Asistida
Marca/Modelo:	TRW / TAS-85

## Neumáticos:

Delantero:	Michelin XZA 11R22.5 Radial
Posteriores:	Michelin XZA 11R22.5 Radial
*NO INCLUYE LLANTA DE REPUESTO	

## Aros:

Disco, 22.5 x 8.25
--------------------

## Equipamiento:

Ventilador, Calefacción, Aire Acondicionado  
Tacómetro, Velocímetro, Odómetro.  
Marcadores y luces indicadoras.  
Bocina neumática y eléctrica.  
Control de velocidad crucero.  
Asiento copiloto tipo banca.  
Preparación para instalación de radio.  
Antena y 2 parlantes incluidos en la cabina.  
Conector interface para descarga de información.  
Tanques de combustible 02 x 40gls  
Mascara Cromada  
Distancia entre ejes: 5,740mm  
Longitud Carrozable: 6,350mm

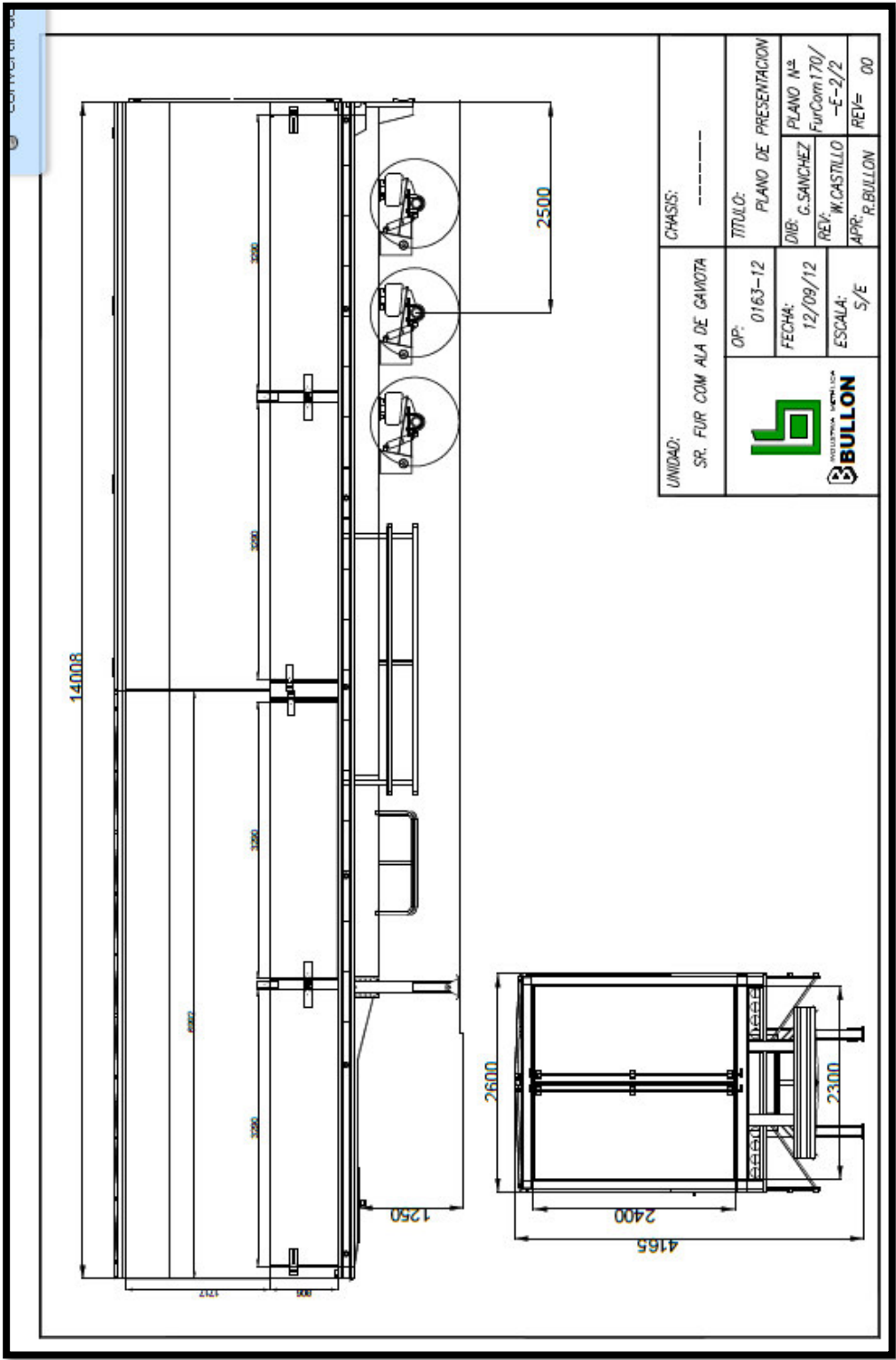
## Ficha técnica de camiones Volkswagen 17220

### Euro Camiones



MOTOR	Cummins C8.3215 P5-0 Turbo IntercoolerEuro III 6 cilindros en línea 8,270 cm³ Potencia 218cv (160kw) @ 2,200rpm Torque motor 90kgfm (888Nm) @ 1,400rpm Bomba inyectora P7100											
TRANSMISIÓN	Caja de cambios Eaton FS 6306 A N° de marchas 6 adelante (sincronizadas) + 1 reversa Tracción 4x2											
EMBRAGUE	Modelo Eaton, monodisco seco, revestimiento orgánico											
EJE TRASERO MOTRIZ	Meritor MS 23-245 tipo eje rígido en acero estampado Relación de reducción doble 4.56 / 6.21:1											
SUSPENSIÓN DELANTERA	Eje rígido, muelles semielípticosde doble nivel Amortiguadores hidráulicos telescópicos de doble acción Barra estabilizadora Standard											
SUSPENSIÓN TRASERA	Eje rígido, muelles semi elípticos de acción progresiva Muelles auxiliares parabólicos											
DIRECCIÓN	ZF 8097, hidráulica integral con esferas recirculantes											
CABINA	Worker, avanzada de acero, abatible Asientos: 01 chofer + 02 acompañantes Color blanco gasea											
RUEDAS Y NEUMÁTICOS	Acero 7,5" x 22,5" Neumáticos 11,00R22,5											
FRENOS	Frenos de aire "S" came, tambor en ruedas delanteras y traseras Área efectiva de frenado 4,232 cm² Freno de estacionamiento cámara de muelle acumulador Freno motor válvula tipo mariposa en el tubo de escape											
COMBUSTIBLE	Diesel 2, tanque de plástico de 275lt											
PESOS (kg)	<table><tr><td>Peso bruto vehicular (PBV)</td><td>24,100kg</td></tr><tr><td>Capacidad máxima de tracción</td><td>35,000kg</td></tr><tr><td>Capacidad de eje delantero</td><td>6,100kg</td></tr><tr><td>Capacidad de carga útil + carrocería</td><td>17,810kg</td></tr><tr><td colspan="2">Obs.: Los pesos pueden variar debido a los opcionales</td></tr></table>		Peso bruto vehicular (PBV)	24,100kg	Capacidad máxima de tracción	35,000kg	Capacidad de eje delantero	6,100kg	Capacidad de carga útil + carrocería	17,810kg	Obs.: Los pesos pueden variar debido a los opcionales	
Peso bruto vehicular (PBV)	24,100kg											
Capacidad máxima de tracción	35,000kg											
Capacidad de eje delantero	6,100kg											
Capacidad de carga útil + carrocería	17,810kg											
Obs.: Los pesos pueden variar debido a los opcionales												
DIMENSIONES	<table><tr><td>D. E   E</td><td>6,431 mm</td></tr><tr><td>Largo Total</td><td>9,778 mm</td></tr><tr><td>Largo carrozable</td><td>7,500 mm</td></tr><tr><td>Ancho</td><td>2,510 mm</td></tr><tr><td>Alto</td><td>2,730 mm</td></tr></table>		D. E   E	6,431 mm	Largo Total	9,778 mm	Largo carrozable	7,500 mm	Ancho	2,510 mm	Alto	2,730 mm
D. E   E	6,431 mm											
Largo Total	9,778 mm											
Largo carrozable	7,500 mm											
Ancho	2,510 mm											
Alto	2,730 mm											

Plano de semirremolques - camiones



## Anexo 5. FORMATOS DE CONTROL

Ejemplo del correcto llenado de un check list de una unidad previo a un servicio.

### Check List de Unidad

**BEFESA**

#### Check list de vehículos

**Información**

Equipo de Servicio: PARAPULLA Fecha: 24-07-15  
 Lugar de Operación: PLANTA Hora: Libre  
 Descripción de Trabajo: RESIDUA PL. BATES DIVERSA Año de fabricación: 2013  
 Marca: F30-956 Remolque: Q+V-994 Empresa: BEFESA

**Documentos**

☒ Certificado del MEC ☒ SOATE ☒ Hoja de Inspección ☒ Hoja SOAT ☒ Cert. Menor  
☒ Inspección técnica de vehículos ☒ Inspección técnica de máquinas peligrosas ☒ Pasaporte de mat. pol.  
☒ Autorización de la URB. ☒ Recibo ☒ Autorización del Catálogo ☒ Recibo ☒ Plan de Contingencia

Nombre del Conductor: DAME HUACACHI Licencia: A-036462 D.N.I.: 6384634  
 Asistente / Capataz: \_\_\_\_\_

☐ Plataforma ☐ Carén ☐ Velocidad ☐ Correas ☐ Cadenas ☒ Silla

**Equipos de Emergencia**

☒ EPP (botas, casco, guantes, chaleco reflectante, guantes de cuero, chaleco, mochila de modo para conducir)  
☒ Kit de herramientas del vehículo ☒ Botiquín ☒ Kit de primeros auxilios (pañales, gasas)

**Vehículo**

Partes y accesorios	C	NC	NA	Observaciones	Fecha Correctiva
1. Manera de frenado, frenos	/				
2. Antipollido con 10 años	/				
3. Amortizadores	/				
4. Cable de freno	/				
5. Cable de aceleración	/				
6. Conexiones de seguridad (de 3 puntos)	/				
7. Escudo antiproyección	/				
8. Carro con cintas reflectivas (2 unidades)	/				
9. Espejos	/				
10. Espejos retrovisores	/				
11. Estructura de protección contra vuelco	/				
12. Extintores certificados	/				
13. Frenos (de freno, frenado y regulador)	/				
14. Indicadores de niveles (hidráulico, MPA, M, AMP, combustible, nivel)	/				
15. Sistema hidráulico y sistema de agua	/				
16. Sistema antiproyección	/				
17. Cables con capacidad (de freno) y (de freno) y (de freno)	/				
18. Sistema de repuesto	/				
19. Señal de freno	/				
20. Señal de freno	/				
21. Luces delanteras, de freno y posteriores	/				
22. Luces direccionales	/				
23. Luz de freno	/				
24. Ventilador de aire	/				
25. Ventilador, tipo central	/				
26. Motor y capacidad de freno de motor	/				
27. Freno para antipollido	/				
28. Frenos	/				
29. Bujes de freno	/				
30. Bujes de freno	/				
31. Sistema de dirección	/				
32. Freno de freno	/				
33. Tapete	/				
34. Ventilación de freno de freno	/				

☐ Revisado por: \_\_\_\_\_ ☒ Revisado por: FRANCISCO GARCIA

Observaciones: FALTA ENGRASE DE CAMBIO Y SISTEMA HIDRÁULICO DE LA GRUA


Fecha de control: \_\_\_\_\_

Teléfono de seguridad: Lima (0051) 01 411 4111

**Nº 000744**

Anexo - 1 del PS-CG-01

## SOS Preventivo de Unidad de Transporte



**BEFESA**  
Asociación de Mantenimiento

### SOS Preventivo Camiones

Según Plan Maestro de Mantenimiento de Camión (PM-0701)

#### 1. Unidad

Centro	Transporte
Placa	221-906
Marca	Mercedes Benz
Km.	363490 Km
Modelo	Hijo 25000 Km

#### 2. Datos

Fecha	18-06-2015
# IDS	001
Marca	15-00
Marca	15-00
Ubicación	U.S. R.C.M.

#### 1. Detalle de Mantenimiento:

R	MOTOR	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REEMP. FILTRO AIRE PRIMARIO	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REEMP. FILTRO AIRE SECUNDARIO	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION TURBO	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CALENTACION DE VALVULAS	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	LIMPIEZA TANQUE DE COMBUSTIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION GRAL. HERMETICIDAD SISTEMA ALIMENTACION	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION VISUAL DEL CAMBIO	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION VENTILADOR DE MASA VISCOSA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO LIQUIDO REFRIGERANTE	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION SOPORTE BASES DE MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION DE TOBIERAS	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	EJE TRASERO	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	REV. MUELLES Y BUCHAS Y TORCEROS Y ALINEACION	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REV. NIVEL DE ACEITE DE EJE TRASERO	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE ACEITE DE EJE TRASERO (80 W140)	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE FILTRO DE DIFERENCIAL (DIFERENCIAL)	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISAR ALINEAMIENTO DE EJE TRASERO	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	EJE DELANTERO	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION TERMINALES DE GIRO EN RODAS	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE AMORTECEDORES	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	ALINEACION Y BALANCEO RUEDAS DELANTERAS	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	AJUSTE Y LUBR. DE RODAMIENTOS	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	TRANSMISION	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE ACEITE	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION FUGAS ACEITE EN GENERAL	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE NIVEL ACEITE TRANSMISION	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	SISTEMA ELECTRICO	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE ALTERNADOR Y BATERIA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	MANUTENIMIENTO DE ALTERNADOR	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	MANUTENIMIENTO DE BATERIA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	MANUTENIMIENTO DE LUCES	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION Y AJUSTE DE BORMES BATERIA Y ARRANQUE	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	EMBRAGUE	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE FRENOS DE EMBRAGUE	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	LUBRICACION DE CORRETA DE COLLARIN	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	EJE CARDAN	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION DE BUCOS CRUCETA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION DE EJE CENTRAL	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	LUBRICACION	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	LUBRICACION GENERAL	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	EJE CARDAN	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION DE BUCOS CRUCETA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION DE EJE CENTRAL	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	FRENOS	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION GENERAL	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REEMP. FILTRO SECADOR AIRE COMPRESOR	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REV. FUGAS AIRE SISTEMA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE FRENOS	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	DIRECCION	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE MANEJERAS Y SUS CONEXIONES	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE ACEITE SIST. DIRC.	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE DIRECCION	<input checked="" type="checkbox"/>			


R	SIST. REFRIGERACION	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	LIMPIEZA DE RADIADOR	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE MANEJERAS	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	RAMPA HIDRAULICA	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	REVISION DE RAMPA HIDRAULICA	<input checked="" type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	MANUTENIMIENTO DE RAMPA HIDRAULICA	<input checked="" type="checkbox"/>			

R	CABINA	OK	RP	RETE	RESP.
<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	<input checked="" type="checkbox"/>			

#### 4. Observaciones

+ Se repasa fuga de aceite de motor, cambio empujador de aceite.



**BEFESA**  
Asociación de Mantenimiento

*Concepcion Contreras*  
Usuario Resp.

Legenda

Código del Formulario: M01-PM0-0701



## Anexo 6. CONTROL DE INSUMOS

### Baterías:

Se debe de tener registrado el listado de baterías de las unidades y se ha proyectado el cambio que corresponde teniendo como promedio de año y medio para el cambio.

La idea es buscar estandarizar en todas las unidades una misma marca de batería para lo cual se buscara lograr una acuerdo con proveedores con el fin de lograr beneficios para la empresa.

Tabla Nro. 16: Registro de Baterías

Tabla Nro. 30: Registro y control de baterías por unidad

**BEFESA PERU**  
Area de Mantenimiento

### Registro de Baterias

Centro	Unidad	Número de Baterías	Marca	Amperaje	Medidas: largo-ancho- alto	Número de Placas	Fecha de Instalación	Próximo Cambio
Transporte	C2I-776	1	ETNA	140AH	33.0/17.0/22.0	23	Sep-14	Sep-16
	F9L-809	2	ETNA	120A	32.7/17.0/21.5	15	Jun-14	Jun-16
	D4J-877	3	BULLDOG	120A	33.0/17.0/22.0	23	Sep-14	Sep-16
	C9H-723	3	BULLDOG	120A	33.0/17.0/22.0	23	Sep-14	Sep-16
	A4S-859	1	ETNA	140AH	32.7/17.0/21.5	23	May-14	May-16
	F7Z-712	1	ETNA	140AH	32.7/17.0/21.5	23	Dic-13	Dic-15
	F3Q-836	2	ETNA	120A	32.7/17.0/21.5	15	Ene-14	Ene-16

## Consumo de Lubricantes

Se analizará el consumo de los aceites para los distintos mantenimientos:

Tabla Nro. 31: Registro de comprar Aceite de motor 15W40

### Compras Anual de Aceite 15W40

Año	Fecha	Cilindros	Proveedor	P.U. ( \$ )	P.T (\$)	P.T. (S/.)
2014	27/01/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	<b>4419.0</b>
	15/04/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	<b>4419.0</b>
	16/06/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	<b>4419.0</b>
	28/08/2014	2	Lubcom	789.11	1578.22	<b>4419.0</b>
	23/09/2014	2	Pimentel	783.9	1567.8	<b>4389.8</b>
	22/10/2014	2	Pimentel	783.9	1567.8	<b>4389.8</b>
	12/12/2015	1	Pimentel	783.9	783.9	<b>2194.9</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>5508.14</b>	<b>10232.38</b>	<b>S/. 28,650.66</b>
2015	12/01/2015	2	Pimentel	780.57	1561.14	<b>4839.5</b>
	31/03/2015	2	Pimentel	780.57	1561.14	<b>4839.5</b>
	12/06/2015	2	Pimentel	780.57	1561.14	<b>4839.5</b>
	17/08/2015	1	Pimentel	780.57	780.57	<b>2419.8</b>
	13/10/2015	2	Lubcom	640	1280	<b>3968.0</b>
	13/10/2015	2	Lubcom	640	1280	<b>3968.0</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>4402.28</b>	<b>8023.99</b>	<b>S/. 24,874.37</b>

#### Descripción

*Aceites para motores diesel se utiliza para los mantenimientos de motor*

*Frecuencia cada 250 hr o según información de los fabricantes.*



# Control de neumáticos por unidad

**BEFESA PERU**  
Área de Mantenimiento

Registro de Neumaticos

CO	Unidad	Posicion	Medida	Marca	Modelo	Diseño Equivalente	Diseño Recom.	Cantidad
TRANSPORTE	F7Z 712	D1	11R20	Yokohama	RY237	G658	G665	2
		D2	11R20	Yokohama	RY237	G658	G665	
		T1	11R20	Kumho	KMD 01	G667 / G 677MSD	G677 MSD	
		T2	11R20	Kumho	KMD 01	G667 / G 677MSD	G677 MSD	
		T3	11R20	Kumho	KMD 01	G667 / G 677MSD	G677 MSD	8
		T4	11R20	Kumho	KMD 01	G667 / G 677MSD	G677 MSD	
		C1	11R20	Kumho	KFD 04C	G677 MSD	G677 MSD	
		C2	11R20	Michelin	XZY 3	G686	G677 MSD	
		C3	11R20	Kumho	KFD 04C	G677 MSD	G677 MSD	8
		C4	11R20	Kumho	KFD 04C	G677 MSD	G677 MSD	
		R1						
		R2						
	A4S 859	D1	11R20	Yokohama	MY547	G686	G665	2
		D2	11R20	Yokohama	MY547	G686	G665	
		T1	11R20	Good Year	Chasqui II	Chasqui II	G677 MSD	
		T2	11R20	Good Year	Chasqui II	Chasqui II	G677 MSD	
		T3	11R20	Good Year	Chasqui II	Chasqui II	G677 MSD	8
		T4	11R20	Good Year	Chasqui II	Chasqui II	G677 MSD	
		C1	11R20	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	
		C2	11R20	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	
		C3	11R20	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	8
		C4	11R20	Kumho	KHD4C	G677 MSD	G677 MSD	
		R1						
		R2						
	C2I 776	D1	11R20	Yokohama	RY237	G658	G665	2
		D2	11R20	Yokohama	RY237	G658	G665	
		T1	11R20	Yokohama	RY237	G658	G677 MSD	
		T2	11R20	Yokohama	RY237	G658	G677 MSD	
		T3	11R20	Yokohama	RY237	G658	G677 MSD	8
		T4	11R20	Yokohama	RY237	G658	G677 MSD	
		C1	11R20	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	
		C2	11R20	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	
		C3	11R20	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	8
		C4	11R20	Kumho	KHD4C	G677 MSD	G677 MSD	
		R1						
		R2						
	F9L 809	D1	12R22.5	Bridgestone	R 297	G665	G658	2
		D2	12R22.5	Bridgestone	R 297	G665	G658	
		T1	12R22.5	Good Year	18 PR TL	Chasqui II	G677 MSD	
		T2	12R22.5	Good Year	18 PR TL	Chasqui II	G677 MSD	
		T3	12R22.5	Good Year	18 PR TL	Chasqui II	G677 MSD	8
		T4	12R22.5	Good Year	18 PR TL	Chasqui II	G677 MSD	
		C1	12R22.5	Bridgestone	L 355	G677 MSD	G677 MSD	
		C2	12R22.5	Bridgestone	L 355	G677 MSD	G677 MSD	
		C3	12R22.5	Bridgestone	L 355	G677 MSD	G677 MSD	8
		C4	12R22.5	Bridgestone	L 355	G677 MSD	G677 MSD	
		R1						
		R2						
	F3Q 836	D1	12R22.5	Yokohama	Y237	G658	G658	2
		D2	12R22.5	Yokohama	Y237	G658	G658	
		T1	12R22.5	Kumho	KFD04C	G677 MSD	G677 MSD	
		T2	12R22.5	Kumho	KFD04C	G677 MSD	G677 MSD	
		T3	12R22.5	Kumho	KFD04C	G677 MSD	G677 MSD	8
		T4	12R22.5	Kumho	KFD04C	G677 MSD	G677 MSD	
		C1	12R22.5	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	
		C2	12R22.5	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	
		C3	12R22.5	Good Year	G377	G677 MSD	G677 MSD	8
		C4	12R22.5	Kumho	KHD4C	G677 MSD	G677 MSD	
		R1						
		R2						
	DAJ 877	D1	11R22.5	Yokohama	RY237	G658	G665	2
		D2	11R22.5	Yokohama	RY237	G658	G665	
		T1	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	
		T2	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	
		T3	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	8
		T4	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	
		T5	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	
		T6	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	
		T7	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	12
		T8	11R22.5	Yokohama	TY607TL	G686	G677 MSD	
		C1	11R22.5	Michelin	Reencauchada	AMS	AMS	
		C2	11R22.5	Michelin	Reencauchada	AMS	AMS	
		C3	11R22.5	Firestone	Reencauchada	AMS	AMS	
		C4	11R22.5	Firestone	Reencauchada	AMS	AMS	
		C5	11R22.5	YSSOS	Reencauchada	AMS	AMS	
		C6	11R22.5	YSSOS	Reencauchada	AMS	AMS	
		C7	11R22.5	Firestone	Reencauchada	AMS	AMS	
		C8	11R22.5	Michelin	Reencauchada	AMS	AMS	
		C9	11R22.5	Michelin	Reencauchada	AMS	AMS	
		C10	11R22.5	Michelin	Reencauchada	AMS	AMS	
	C11	11R22.5	Bridgestone	Reencauchada	AMS	AMS		
	C12	11R22.5	YSSOS	Reencauchada	AMS	AMS		
	C9H 723	D1	11R22.5	Yokohama	Y237	G658	G665	2
		D2	11R22.5	Yokohama	Y237	G658	G665	
		T1	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	
		T2	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	
		T3	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	8
		T4	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	
		T5	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	
		T6	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	
		T7	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	8
		T8	11R22.5	Techking	T-831	G686	G677 MSD	
		C1	11R22.5	AMS	Reencauchada	AMS	AMS	
		C2	11R22.5	AMS	Reencauchada	AMS	AMS	
		C3	11R22.5	AMS	Reencauchada	AMS	AMS	
		C4	11R22.5	AMS	Reencauchada	AMS	AMS	
		C5	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C6	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C7	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C8	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C9	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C10	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C11	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	
		C12	11R22.5	AMS	Steel Mark	AMS	AMS	



## Shell Rimula X 15W-40

**Aceite de alto rendimiento para motores diesel pesados.**

Rimula X 15W-40 es un lubricante de alto desempeño de uso exclusivo para motores de trabajo pesado, diseñado para motores diesel de alta velocidad y turboalimentados. Utiliza fórmulas exclusivas de aditivos, junto con aceites básicos altamente refinados para brindar una mayor vida útil y una protección mejorada en comparación con sus predecesores. Ha sido reformulado para servicio de trabajo severo en motores específicamente diseñados para cumplir con los estándares de emisión de gases de escape de vehículos en carretera E5, también adecuados en una gran variedad de equipos de trabajo pesado fuera de carretera.

### Aplicaciones

#### - Transporte pesado de carga y pasajeros

Como parte integral del desarrollo de Shell Rimula X 15W-40, se han realizado numerosos ensayos alrededor del mundo que confirman el rendimiento del aceite en vehículos europeos, norteamericanos y japoneses en todo tipo de condiciones de transporte.

#### - Minería y construcción

Shell Rimula X 15W-40 es recomendado para la mayoría de los equipos de construcción y minería. Es particularmente adecuado para motores Caterpillar, Cummins, Detroit Diesel (4 tiempos) y Komatsu. Esta formulación para proveer una protección continua aún cuando se utilicen combustibles con alto contenido de azufre.

#### - Maquinaria agrícola

Shell Rimula X es ideal para los ciclos de arranque-parada presentes en operación de maquinaria agrícola, entregando protección contra el desgaste de rodamientos y formación de depósitos aún bajo condiciones de altas cargas y bajas velocidades donde otros aceites podrían fallar.

### Propiedades y Beneficios

#### • Una nueva y única formulación.

Los técnicos Shell han desarrollado exclusivas fórmulas para la nueva generación de productos Rimula X diseñados para un cambio drástico en los niveles de desempeño, con el fin de mejorar la eficiencia y la vida útil de su maquinaria.

#### • Mayor protección a altas temperaturas

Con el incremento de su potencia, los motores modernos trabajan por periodos extendidos con mayores esfuerzos, sometiendo al aceite a condiciones más severas y un aumento de su temperatura. Shell Rimula X posee una resistencia superior a la degradación térmica,

asegurando la protección continua entre los intervalos de cambio de aceite.

#### • Mayor vida útil del aceite

Por medio de sus aditivos exclusivos, Shell Rimula X 15W-40 soporta los efectos combinados de los ácidos resultantes de la combustión y las mayores temperaturas manteniendo al motor protegido contra el desgaste y la corrosión.

#### • Aprobado por las empresas líderes fabricantes de motores

Shell Rimula X 15W-40 conforma con los requerimientos de la mayoría de las empresas fabricantes de motores, confirmando así ser la elección ideal para la protección de motores de flotas mixtas.

### Especificaciones y Aprobaciones

API	- CH-4/CG-4/CF-4/CF
ACEA	- E3, E5
Cummins	- CMS 200-71, -72, -76
Cummins (B&C Series)	- CMS 200-75
Mack	- EO-M, EO-M Plus
MTU	- Type II
MAN	- 2275
Mercedes Benz	- 228.3
Camiones Renault	- RD-2
Volvo	- VDS-2
GM Allison	- C-4
Caterpillar	- ECF 1a

### Salud y Seguridad

Las indicaciones de Salud y Seguridad están disponibles en la Hoja de Seguridad que se puede obtener por medio de su representante Shell.